世界重要人才中心和创新高地
形成机制分析

北京人才发展战略研究院

2026 年 7 月

说　明

本课题为北京人才发展战略研究院自研课题，旨在对历史上五个世界人才中心和创新高地的形成因素进行系统研究，总结归纳其形成机制，为我国建成世界人才中心与创新高地提供经验借鉴并提出对策建议。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

目 录

第一章 引言 7
一、研究背景与问题提出 7
二、研究思路与对象 10
三、研究意义与创新性 11
四、研究内容 13
五、研究方法 14
六、章节结构 15
第二章 理论基础与文献评述 18
一、核心概念：从科学中心到人才中心和创新高地 18
二、科学中心形成与转移的理论基础 25
三、科学中心的形成因素分析与系统性理解 29
四、科学中心的空间与地理特征 40
五、文献评述与本研究切入点 47
第三章 第一个世界人才中心与创新高地：16 世纪的意大利 51
一、地理优势与商业繁荣 52
二、城邦制度与政治自由 54
三、文艺复兴与人文主义 56
四、宫廷赞助与科学发展 57
五、高等教育与学术机构 59

六、实验方法与科学探索.....64
七、科学与艺术的“联合发展”.....66
八、社会流动与阶级重构.....68
九、综合分析.....71
第四章 第二个世界人才中心和创新高地：17 世纪的英国 79
一、经济发展与资本主义制度的崛起 80
二、以皇家学会为代表的科学组织兴起 85
三、宗教改革和清教主义.....90
四、教育体制改革.....94
五、社会环境变化.....98
六、政治制度变革.....101
七、政府激励.....102
八、综合分析.....105
第五章 第三个世界人才中心与创新高地：18 世纪的法国
.....115
一、启蒙运动的兴起.....115
二、政治变革与国家治理.....118
三、社会结构的转型.....122
四、经济制度的发展.....127
五、创新激励政策与皇家特权制度 131
六、教育体系的变革与重构.....133
七、科学组织的建立与发展.....140

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

八、综合分析.....143
第六章 第四个世界人才中心和创新高地：19 世纪的德国
.....150
一、思想革命与知识观重塑.....150
二、政治改革与德意志统一.....154
三、社会结构的转型.....157
四、教育体系的重构.....160
五、科研范式突破与学科建制化.....168
六、经济统一与工业化转型.....173
七、产学研结合与工业实验室的建立.....179
八、公共文化与知识传播.....181
九、综合分析.....184
第七章 第五个世界人才中心和创新高地：20 世纪的美国
.....193
一、优越的自然地理条件.....193
二、经济制度的持续变革.....195
三、社会变革.....198
四、思想文化环境.....200
五、教育系统与科研环境.....204
六、产学研深度协同.....209
七、政府的参与、引导和支持.....213
八、法律与政策等制度保障.....216

九、综合分析.....221
第八章 世界人才中心与创新高地的形成机制分析.....236
一、比较分析.....236
二、规律性认识.....242
三、形成机制分析.....262
四、历史启示.....273
第九章 中国建设世界重要人才中心和创新高地的条件分析与对策建议.....280
一、我国建设世界重要人才中心和创新高地的战略目标.....281
二、我国建设世界重要人才中心和创新高地现状.....284
三、我国建设世界重要人才中心和创新高地的优势分析.....290
四、我国建设世界重要人才中心和创新高地的劣势分析.....294
五、我国建设世界重要人才中心和创新高地的形势研判：机遇与挑战并存.....298
六、我国建设世界重要人才中心和创新高地的对策建议.....301
参考文献.....314

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

第一章 引言

创新之道，唯在得人。纵观世界科技发展史，高水平人才汇聚之处、重大创新成果涌现之地，往往也是思想激荡、知识生长、制度更新之地。建设世界重要人才中心和创新高地，既是新时代人才强国建设的重要目标，也是国家创新体系建设的关键环节。本研究从历史比较视角出发，深入研究探讨世界重要人才中心和创新高地的形成过程及其内在机制，并进一步思考其对我国加快建设世界重要人才中心和创新高地的启示。

一、研究背景与问题提出

2021 年 9 月，习近平总书记在中央人才工作会议上明确提出中国要加快建设世界重要人才中心和创新高地，为 2035 年基本实现社会主义现代化提供人才支撑，为 2050 年全面建成社会主义现代化强国打好人才基础。这一重大战略部署，既是我国进入新发展阶段后提升国家创新能力、塑造国际竞争优势的内在要求，也是应对错综复杂的国际局势、抢占新一轮科技革命和产业变革制高点的现实选择。

从国际看，当今世界百年未有之大变局加速演进，当前，全球科技创新进入密集活跃期，人工智能、生命科学、量子信息、先进制造、能源材料等前沿领域加速突破，人才、技术、资本和数据等关键创新要素在全球范围内重新配置。与

此同时，国家间围绕高端人才、关键技术和创新规则的竞争日益加剧，人才竞争和科技竞争越来越成为综合国力竞争的核心内容。从国内看，我国正处于政治最稳定、经济最繁荣、创新最活跃的时期，已经具备建设世界重要人才中心和创新高地的重要基础。党的十八大以来，我国人才队伍规模持续扩大，人才效能不断增强，研发人员总量、发明专利有效量、全球创新指数排名等均取得显著提升，科技实力和创新能力进入快速跃升阶段（World Intellectual Property Organization，2025）。面向“十五五”，国家进一步强调一体推进教育科技人才发展，促进科技自主创新和人才自主培养良性互动，建设具有全球影响力的教育中心、科学中心、人才中心，加快建设国家战略人才力量，培养造就更多战略科学家、科技领军人才、卓越工程师、大国工匠和高技能人才（国家发展和改革委员会，2026）。同时，北京、上海、粤港澳大湾区等区域加快建设高水平人才高地，港澳打造国际高端人才集聚高地，人才区域协调发展和全球人才引育布局持续深化，为我国加快形成世界重要人才中心和创新高地提供了更为坚实的战略支撑和现实基础。与此同时，也要看到，我国人才发展体制机制仍存在一些深层次问题，例如人才队伍结构性矛盾仍然突出，人才评价机制有待完善，人才政策精准度和协同性不足，人才发展体制机制改革的“最后一公里”仍需打通。这些问题表明，建设世界重要人才中心和创新高地，不

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

仅需要资源投入和政策支持，更需要从历史规律和形成机制层面加以系统认识。

从世界科技史看，人才和创新活动从来不是均匀分布的，而是会在特定历史阶段向若干国家或区域高度集聚。16 世纪以来，意大利、英国、法国、德国和美国先后在不同历史时期成为世界科学活动、重大创新成果和高层次人才的集中地（Yuasa，1962；赵红州，1984）。这些中心的形成并不是单一因素作用的结果，也不是少数天才人物偶然涌现的结果，而是经济基础、思想文化、教育体系、科研组织、社会结构、国家治理和制度环境等多重因素长期互动、相互支撑的产物。总的看，世界重要人才中心和创新高地的形成，本质上是一个历史性、系统性和机制性的过程。基于此，本研究试图回答以下几个核心问题。

第一，历史上的世界重要人才中心和创新高地为什么会在特定时期、特定国家或区域形成？

第二，经济、政治、社会、文化、教育、组织和制度等因素分别发挥了什么作用，又是如何相互配合、相互强化的？

第三，世界重要人才中心和创新高地的形成是否存在某些具有普遍意义的规律性认识？

第四，在我国加快建设世界重要人才中心和创新高地的战略背景下，历史经验能够为当前人才发展、科技创新和区域布局提供哪些启示？

二、研究思路与对象

本研究以历史比较为基本思路，在现有世界科学中心形成与转移研究的基础上，进一步从人才集聚、创新产出和制度环境相互作用的角度，研究分析世界重要人才中心和创新高地的形成机制。本研究以 16 世纪意大利、17 世纪英国、18 世纪法国、19 世纪德国和 20 世纪以来的美国为主要研究对象，主要基于三方面考虑。第一，这五个国家构成近代以来世界科学活动中心转移的历史序列，在科技史和科学社会学研究中具有较高共识。第二，这些国家分别处于不同历史阶段，其经济基础、政治结构、思想文化、教育体系、科研组织和制度环境各具特点，能够为比较分析提供相对丰富的历史样本。第三，这些国家的兴起不仅表现为重大科学成果的集中出现，也表现为高水平人才的培养、吸引和集聚，以及知识生产体系、创新组织形态和社会制度环境的深刻变化，因而能够为理解“人才中心”和“创新高地”之间的互动关系提供历史经验。

围绕研究问题，本研究的重点并非在于判断某一国家是否曾经成为世界科学中心，或是机械套用“科学中心转移”的周期性解释或简单复制某一国家的具体制度安排，而是将这五个国家作为观察人才、知识、制度和创新能力如何在特定历史条件下集聚并相互强化的典型样本，从人才集聚与创新高地形成的互动关系出发，揭示不同制度条件、社会环境

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

和知识生产体系如何共同塑造国家创新优势，为我国在新发展阶段深化人才发展体制机制改革、增强原始创新能力、完善区域创新布局提供历史参照。

因此，基于这一思路，本研究后续将首先梳理相关理论和文献，在此基础上分别对意大利、英国、法国、德国和美国五个历史案例进行分析，探究各国成为世界重要人才中心和创新高地的具体条件及其作用机制。随后，本研究将在比较分析基础上提炼不同历史案例背后的共性因素和形成机制，并结合中国建设世界重要人才中心和创新高地的现实基础，提出相应的政策启示。

三、研究意义与创新性

研究世界重要人才中心和创新高地的形成规律，既具有理论意义，也具有现实意义。从理论层面看，现有研究多从“科学中心转移”角度解释世界科学活动的空间集聚，较为重视科学成果的数量分布和周期性转移现象，但对人才集聚、创新组织、制度环境和社会结构之间的互动关系关注仍显不足。本研究以历史上的典型科学中心为基础，进一步从人才中心和创新高地的视角出发，将科学成果产出、人才成长集聚、教育科研体系、社会文化条件和制度供给纳入同一分析框架，有助于拓展和丰富对世界科学中心形成和转移机制的理解。

从现实层面看，我国正处在加快建设世界重要人才中心

和创新高地的关键阶段。如何把人才规模优势转化为创新质量优势，如何把局部区域优势转化为国家整体创新能力，如何推动教育、科技、人才一体化发展，已经成为新阶段人才强国建设和高水平科技自立自强的重要命题。对意大利、英国、法国、德国和美国等历史案例进行比较分析，旨在从不同国家中心兴起的过程中识别具有普遍意义的形成条件和作用机制，为我国完善人才发展体制机制、优化创新资源布局、增强原始创新能力提供历史参照。

实证意义上，通过了解人才和创新高地的形成条件和影响因素，可以为我国建设人才中心和创新高地、制定人才和创新战略提供重要借鉴和参考。同时，研究世界人才中心和创新高地的形成规律，有助于揭示人才流动和配置的内在规律，帮助了解科技创新和产业升级的内在动力和发展趋势，为更加精准地引进和留住人才，实现人才资源的有效利用，和推动科技创新和产业升级提供有力的支持。

本研究的创新性主要体现在三个方面。在研究视角上，除了沿用“科学中心”概念，更注重把人才集聚和创新高地形成结合起来，突出人才、知识、组织和制度之间的相互作用。在分析框架上，本研究将深入分析经济、政治、文化、教育等因素对于世界重要人才中心和创新高地的影响，并关注这些因素之间的互补关系和协同机制，试图解释不同条件如何共同塑造一个国家或区域的长期创新优势。在研究目的

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

上，本研究将历史比较与中国现实问题相结合，既总结世界重要人才中心和创新高地形成的规律性认识和形成机制，也关注这些历史经验在中国语境下的适用边界和转化方式，从而增强研究的现实指向。

四、研究内容

本研究围绕“世界重要人才中心和创新高地何以形成”这一核心问题展开，研究内容主要包括四个方面。

一是梳理相关概念、理论基础和研究进展。本研究将在第二章中对“世界重要人才中心和创新高地”“世界科学中心”“科技创新中心”等相关概念进行辨析，梳理科学中心形成与转移、科学社会学、国家创新系统、制度互补性等相关研究，为后文的历史案例分析提供理论基础和分析框架。

二是研究五个典型历史案例的形成过程。本研究选取 16 世纪意大利、17 世纪英国、18 世纪法国、19 世纪德国和 20 世纪以来的美国作为主要研究对象，分别分析其在特定历史阶段形成世界重要人才中心和创新高地的条件基础。各章将重点分析经济基础、思想文化、政治治理、社会结构、教育科研体系、科学组织、人才流动和制度环境等因素如何发挥作用。

三是进行跨案例比较与机制提炼。在五个案例分析的基础上，本研究将进一步比较不同国家形成世界重要人才中心和创新高地的共性因素和差异特征，提炼其中具有普遍意义

的规律性认识。重点不是简单判断哪些因素“存在”或“不存在”，而是分析这些因素如何在不同历史条件下相互嵌入、相互支撑，并通过持续积累形成国家层面的创新优势。

四是结合中国现实条件提出政策启示。本研究将在历史比较和机制分析基础上，剖析我国建设世界重要人才中心和创新高地的现实基础、优势条件和主要短板，进一步提出面向未来的政策建议。重点关注如何强化教育科技人才一体化发展，如何优化区域创新布局，如何提升原始创新能力，如何完善人才评价、激励、流动和保障机制，如何增强我国对全球高端人才的吸引力和配置能力。

五、研究方法

本研究主要采用文献调研法、科技史分析法和多案例分析法进行研究。

一是文献调研法。文献分析法是指通过对收集到的某方面的文献资料进行研究，以探明研究对象的性质和状况，并从中引出自己观点的分析方法。本研究系统梳理国内外关于世界科学中心、人才中心、创新高地、国家创新系统、科学社会学、制度互补性等方面的研究成果。结合历史文献、学术著作、政策文本和相关统计资料，形成对研究对象和研究问题的基础认识。通过文献调研，本研究不仅把握已有研究的主要观点，也进一步识别其不足之处，为后文分析提供理论依据和分析框架基础。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

二是科技史分析法。世界重要人才中心和创新高地的形成，往往与特定时期科学革命、技术变革、产业发展和知识生产方式转型密切相关。本研究将把五个国家置于各自的科技史背景中加以分析，关注科学思想、技术需求、实验方法、学科建制、科研组织和创新成果之间的历史联系，以揭示科学活动与社会条件之间的互动关系。

三是多案例分析法。案例分析法是质性研究中常用的研究方法，是对有代表性的事物（现象）深入地进行周密而仔细的研究从而获得总体认识的一种科学分析方法。案例研究特别适合回答“如何”和“为什么”的问题，能够对某一具体现象产生有价值且丰富的见解（Yin, 2014）。根据案例数量，该方法可以分为“单一案例分析”或“多案例分析”。本研究将在对每个国家作为案例，深入梳理分析内部形成因素的基础上，通过案例之间的横向比较，提炼世界重要人才中心和创新高地形成的规律性认识。与单一案例研究相比，多案例分析有助于增强研究结论的解释力和可比较性，得出更有说服力、可归纳普及的结果。

六、章节结构

本研究共分为九章。

第一章为引言，主要说明研究背景、问题意识、研究对象、研究意义、研究内容、研究方法和章节安排。

第二章为理论基础与文献评述，重点梳理“世界重要人

才中心和创新高地”相关概念，讨论科学中心形成与转移、国家创新系统、科学社会学、制度互补性等理论资源，并对已有研究的贡献与不足进行评述。

第三章分析 16 世纪意大利成为第一个世界人才中心和创新高地的形成过程，重点研究文艺复兴、商业繁荣、人文主义、宫廷赞助、高等教育和早期科学组织等因素的作用。

第四章分析 17 世纪前后的英国，重点讨论经济发展、皇家学会等的成立、宗教改革和清教主义、政府政策等因素如何共同推动英国成为新的世界人才中心与创新高地。

第五章分析 18 世纪法国，重点观察启蒙运动、政治变革、社会结构转型、教育体制等因素如何共同塑造法国的人才与创新优势。

第六章分析 19 世纪德国，重点讨论思想革命、普鲁士改革和德意志统一、社会结构转型、教育体系重构、工业发展等因素如何支撑德国成为世界人才中心和创新高地。

第七章分析 20 世纪以来的美国，重点研究自然地理条件、经济制度变革、社会变革、思想文化环境、政产学研协同、移民制度和全球创新网络等因素的综合作用。

第八章为比较分析与形成机制研究，在前述五个案例基础上，总结世界重要人才中心和创新高地形成的共性因素、差异特征和作用机制，提炼形成规律性认识，并分析中心形成、巩固、转移与衰减背后的历史逻辑。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

第九章结合中国建设世界重要人才中心和创新高地的现实基础，分析我国面临的优势条件、主要问题和战略任务，并在历史经验和机制分析基础上提出政策建议。

第二章 理论基础与文献评述

世界重要人才中心和创新高地的形成，是科学活动、人才集聚和创新能力在特定历史阶段、特定国家或区域中持续集中的结果，是经济基础、思想文化、教育体系等多重条件相互作用的产物。本章将在现有研究基础上，对相关概念、理论脉络和分析框架进行系统梳理，并对现有文献进行评述，为后文分析意大利、英国、法国、德国和美国等历史上重要科学中心的形成因素和机制，并进一步提炼中国建成世界重要人才中心和创新高地的政策启示奠定基础。

一、核心概念：从科学中心到人才中心和创新高地

（一）概念辨析

“世界重要人才中心和创新高地”是近年来中国人才政策与创新政策话语中的重要概念。要准确理解这一概念，首先需要辨析“中心”“高地”“人才中心”“创新高地”以及“科学中心”等相关概念之间的关系。“中心”和“高地”作为近年来中国政策话语中的高频词汇，二者既有关联，又有差异。一般看来，“中心”通常强调某一城市、区域或国家在政治、经济、金融、文化、科技等领域中的枢纽地位、资源配置能力和外部影响力；“高地”则更强调某类资源在特定空间中的高度集聚、相对优势和辐射带动功能。前者突出的是枢纽性和影响力，后者突出的是集聚性和引领性。因此，我们可以将“人才

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

中心”主要强调人才资源特别是高层次人才的高度集聚及其对周边地区和相关领域的辐射作用，“创新高地”则更强调创新活动的活跃程度、高水平创新成果的持续产出以及对科学前沿、技术方向和产业发展的引领作用。

从国际研究脉络看，学界较少直接使用“人才中心”（talent centre）和“创新高地”（innovation highland）等概念，但关于“科学中心”“科技创新中心”“技术发展中心”等相近概念已有较多讨论。关于“科学中心”的讨论，较早可追溯至英国学者贝尔纳（Bernal，1954）关于科学活动中心转移现象的研究。贝尔纳注意到，科学活动并非始终集中于同一国家或地区，而是在不同历史阶段呈现出明显的空间转移特征。20世纪60年代初，日本科学史学者汤浅光朝“汤浅现象”，以某一国家科学成果数超过世界总数 25%作为其成为“世界科学中心”的判断标准（Yuasa, 1962），该研究为后续理解世界科学活动的空间集聚和周期性转移提供了重要基础，但其主要以科学成果产出为标准，对人才、制度、组织和创新生态等因素关注不足。并且，汤浅光朝的研究形成于战后日本经济高速增长、国家科技雄心不断增强的历史背景之中，其对世界科学中心转移规律的解释，带有为日本由经济崛起迈向科技领先提供历史合理性的意味。

现代科技创新中心研究则更多强调大学、科研机构、企业、初创公司和风险资本等要素的集聚。例如，发表于美国

《在线》杂志的一篇文章认为，成为“全球技术创新中心”（Global hubs of technological innovation）需要大学和研究机构、规模化企业、初创公司和风险投资等四大要素（Hillner等,2000）;《联合国人类发展报告 2001》提出“技术发展中心”（Technology growth hubs）的概念，并将其界定为研究机构、商业组织和风险资本汇集之地（United Nations Development Programme, 2001）。不过，这类解释往往较多强调企业、资本和产业创新，容易忽视政府、教育体系、人才制度以及人力资源服务机构等主体的作用，仍具有一定的片面性。

此外，国际学术界围绕相近主题，已经形成了若干概念。Youtie 和 Shapira（2008）提出“创新枢纽”（innovation hub）或“知识枢纽”（knowledge hub）的概念，并以佐治亚理工学院为例，说明大学能够从传统的教育与科研机构转变为推动区域技术和经济发展的知识枢纽，其关键在于通过制度领导、组织形式和跨边界角色，连接学术、教育、创业、风险资本、产业和公共部门等不同领域。Knight（2014）提出了“国际教育枢纽”（international education hub）的分类框架，具体区分为学生枢纽、人才枢纽、知识或创新枢纽三种类型，其研究说明了人才培养、学生流动、知识生产和创新转化之间存在递进关系。近年来，“全球创新枢纽”（global innovation hub）越来越成为城市和区域竞争中的重要政策概念。Chou 等人（2024）对哥本哈根、阿姆斯特丹、新加坡和香港的研究表

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

明，全球创新枢纽建设通常同时围绕教育与人力资本、人才流动和创新能力展开，吸引和留住全球人才被视为城市创新竞争力的重要条件。由此可见，国际研究虽较少直接使用“世界重要人才中心和创新高地”这一表述，但围绕创新枢纽、知识枢纽等相近概念，已经形成了关于人才集聚、知识生产、创新网络和区域竞争等进行了大量讨论和研究。

在中国建设“世界重要人才中心和创新高地”的背景下，相关学者对这一概念进行了更具针对性的界定。何丽君（2022）从人才与创新投入、人才制度、人才质量和人才创新效能四个方面解构“世界重要人才中心和创新高地”的内涵，并将其定义为“集聚数量充足、结构合理、活力充沛的世界级高层次创新人才，汇聚前沿性、原创性、颠覆性的世界级重大创新成果，引领世界科技革命与产业转型升级的特定区域”。根据这一界定，世界重要人才中心和创新高地既是世界级高层次创新人才的集聚地，也是重大创新成果的策源地，其本质在于人才与创新的良性互动。萧鸣政等（2022）则将“人才中心”与“创新高地”的核心内涵进一步抽象为“人才高地”，并从条件特征、过程特征和结果特征三个方面加以界定。他们认为，人才中心与创新高地既密切关联，又各有侧重，即人才中心的主体是人才，创新高地的主体是创新活动及其成果；人才中心表现为人力资源水平的高度集聚，创新高地则表现为创新活动的活跃度和高水平成果产出；人才中心发

挥的是辐射作用，创新高地发挥的是引领功能。因此，人才中心和创新高地并非同一个概念。只有当人才中心能够有效转化为创新效能，创新高地能够持续开展高水平创新活动并产出高质量成果，二者在平台、机制和环境中实现优势互补、要素互配，才能形成真正意义上的人才高地。

综合来看，我们可以将“世界重要人才中心和创新高地”理解为：在一定历史阶段和空间范围内，能够持续吸引和集聚数量多、结构优、活力足、效益好的世界级高层次创新人才，持续产生前沿性、原创性、颠覆性的重大科技创新成果，并具有机制活、平台高、环境好、影响强等特征的国家或区域。与传统“科学中心”相比，它不仅强调科学成果的集中出现，更强调人才集聚、创新生态、制度支撑和全球资源配置能力；与一般“科技创新中心”相比，它不仅强调企业创新、资本投入和成果转化，也强调基础研究、教育体系、人才制度和长期创新能力的积累。

（二）测度困境

在概念界定之外，如何衡量一个国家或区域是否成为“世界重要人才中心和创新高地”，也是一个重要研究问题。总的看，学界目前尚未形成统一的量化标准。不同研究往往从科学人才数量、科学家年龄结构、科研成果占比、研发投入规模、杰出科学家集聚程度、科技创新贡献等不同维度进行判断。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

在“世界科学中心”研究中，影响较大的仍是汤浅光朝提出的科学成果占比标准。按照这一标准，当某一国家在一定时期内科学成果数超过世界总数的25%时，该国即可被视为该时期的世界科学中心。这一标准为理解16世纪以来世界科学中心从意大利、英国、法国、德国到美国的转移提供了一个相对清晰的判断依据，也因此被后续许多关于科学中心、人才中心和创新高地的研究所借用。但是，将这一标准直接用于衡量“世界重要人才中心和创新高地”仍存在明显不足，对人才集聚、人才结构、人才成长机制、制度环境、创新生态和全球吸引力等更内容的关照不足，难以反映概念的综合性。

因此，国内学者也尝试从更加多维的角度提出测度标准。王通讯（2021）认为，“世界重要人才中心”的特征应包括重要科学人才数量在世界占比不低于25%、重要科研成果占比不低于30%、重要科学家平均年龄似不应高于50岁。徐芳（2022）则强调处于最佳年龄区间，即25-45岁科学家数量要占据国际优势。李立国（2024）认为，集聚了世界一流学者、教授和优秀学生，且集聚程度最高的国家，就是世界人才中心。何丽君（2022）则认为，“中心”和“高地”均为相对阈值，世界人才中心和创新高地在一定程度上可以测度量化，并提出从研发投入占全球研发总投入的25%以上、集聚全球35%以上的杰出科学家、对科学技术的贡献占世界科技创新

的25%以上等方面加以衡量。此外，科学家在某个国家的时间、诺奖得主的分布情况、发表数量、重大科学发现数量等也常被用来衡量科学中心（Ben-David，1971）。

这些研究从不同角度推进了“世界重要人才中心和创新高地”的指标化理解，但也反映出当前测度体系仍存在三方面困境。第一，测度对象尚不统一。有的研究侧重“科学中心”，有的研究侧重“人才中心”，有的研究侧重“创新高地”，但三者之间并不能完全等同。第二，测度维度尚不完整。现有研究仍较多关注科学家数量、科研成果和研发投入等显性指标，而对人才制度、创新生态、开放程度、平台体系、跨学科合作能力等过程性和机制性因素关注不足。第三，测度标准尚不稳定。25%、30%等阈值虽然具有一定启发意义，但其依据、适用范围和解释边界仍有待进一步讨论。

总体而言，现有关于测度的研究为识别世界科学中心、人才中心和创新高地提供了重要参考，但相关指标更多反映的是人才和创新活动的结果状态。值得注意的是，科学中心研究主要以科学成果和重大创新产出为识别依据，因此更对应创新高地，无法直接等同于人才中心。但重大科学成果和创新成果的持续集中产出，必然以高水平人才为支撑。因此，科学中心必然与人才中心和创新高地之间存在内在联系，人才中心可以理解为科学中心形成所伴随的必然现象。而从现有研究看，目前关于“世界重要人才中心和创新高地”的形成

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

和转移现象的研究主要基于“世界科学中心”形成和转移规律的研究，即以此标准界定的研究对象为——16 世纪的意大利、17 世纪的英国、18 世纪法国、19 世纪德国和 20 世纪至今的美国。本文也将借鉴这一基本判断，将不同历史阶段的这五个国家作为研究对象，在此在此基础上进一步讨论这些国家何以在特定历史阶段形成世界科学活动、高层次人才和重大创新成果的集聚优势。

二、科学中心形成与转移的理论基础

（一）从“汤浅现象”与“红州现象”：世界科学中心的转移规律

研究表明，科学活动并非均衡分布于世界各地，而是在不同历史阶段向特定国家和地区集中，并伴随经济、教育、制度、文化和国际环境的变化而发生转移。对这一现象的讨论，构成了理解世界科学中心、人才中心和创新高地形成机制的重要理论基础。

贝尔纳（Bernal，1954）在《历史上的科学》中较早从科学史和科学社会学角度注意到科学活动中心的转移现象，指出科学发展在时间和空间上具有不均衡特征。汤浅光朝（Yuasa，1962）以某一国家科学成果数占世界同期科学成果总数的比例（25%）作为识别世界科学中心的主要依据。按照这一标准，汤浅光朝以《科学技术编年表》的重大科学成果数据为依据，对 16 世纪以来世界重大科学成果的国家分

布进行统计，认为世界科学中心大体经历了从意大利、英国、法国、德国到美国的历史转移过程，即意大利（1540-1610）、英国（1660-1730）、法国（1770-1830）、德国（1810-1920）以及美国（1920 至今）。由此，他进一步提出，世界科学中心的兴盛期平均约为 80 年，科学中心转移具有一定周期性，即所谓“汤浅现象”或“汤浅定律”。他的研究主要从政治、文化两个角度分析了科学中心的形成原因，对导致科学发展不平衡现象的复杂因素的关注和分析不足。

中国学者在科学史和科学计量研究中也较早注意到了科学中心转移的周期性特征，并尝试通过历史资料和统计分析揭示科学发展在时间和空间上的不均衡规律。1974 年，赵红州利用《复旦大学学报》所载自然科学大事记资料，发现了历史上科学发展周期性涨落以及科学中心在不同国家之间转移的现象，其基本结论与汤浅光朝较为接近，也被称为“红州现象”。此后，赵红州并未停留于对科学中心转移现象的统计描述，而是进一步从科学能力角度解释科学中心形成的社会基础。赵红州（1984）提出“社会的科学能力”概念，即一个国家的科学发展水平不只取决于少数科学家的天才创造，而是取决于科学家队伍、实验技术装备、图书馆情报系统效率、科学教育水平、科学劳动结构等多种因素。

总体来看，从贝尔纳对科学活动中心转移现象的提出，到汤浅光朝对世界科学中心的量化界定和周期归纳，再到赵

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

红州对“红州现象”和“社会的科学能力”的阐释，科学中心形成与转移研究逐步形成了一个基本共识，即科学活动在空间上具有高度集聚性，在时间上具有阶段性和转移性；科学中心的形成既表现为重大科学成果和杰出科学人才的集中出现，也依赖于教育、组织、制度、文化和社会环境等条件的共同支撑。这一研究传统为后续讨论世界重要人才中心和创新高地的形成机制提供了重要理论基础。

（二）科学中心转移研究的理论价值与不足之处

以“汤浅现象”和“红州现象”为代表的科学中心转移研究，对理解世界科学中心、人才中心和创新高地的形成具有重要理论价值。首先，它揭示了科学发展并不是均匀、线性地分布于世界各地，而是呈现出明显的空间集聚特征。在一定历史时期，某些国家能够集中产生大量科学成果，吸引和培养大批科学人才，并在世界科学发展中发挥主导作用，而其他国家和地区则处于相对边缘的位置。这使得科学活动的中心—边缘结构、空间集聚特征和国家间差异等进入研究视野，丰富了后续科学中心与人才中心形成的研究视角。其次，科学中心转移研究为识别世界科学中心提供了相对明确的历史序列和分析对象。按照汤浅光朝的研究，16 世纪的意大利到 20 世纪以来的美国构成了近代以来世界科学中心演进的基本时间序列。尽管不同学者对具体时间边界、国家地位以及某些过渡时期的判断可能存在差异，但这一时间序列的判

断为研究科学中心形成、人才集聚和创新优势演化提供了经验基础，它提供了可以进行历史比较的典型案例。再次，科学中心转移研究强调科学优势的历史场景性，即科学中心是在特定历史条件下形成，并可能随着经济结构、制度环境、教育体系、思想文化、国际竞争和科技革命的变化而发生转移。一个国家或地区能否成为世界科学中心或人才高地，不仅取决于某一时期的科学成果积累，也取决于其能否形成并维持有利于科学活动、人才成长和创新突破的社会环境。

不过，科学中心转移研究也存在一定不足。一是过于强调科学中心转移的周期性，容易将复杂的历史过程简化为相对固定的时间规律。所谓“80 年周期”具有一定概括意义，但科学中心转移并不是自然发生的周期循环，政治、经济、文化、教育、制度、技术和国际流动等多重因素都对科学中心的转移有重要影响。过分强调周期性将弱化对不同国家具体历史条件和制度环境的分析。二是过于强调以科学成果占比来识别科学中心，容易将科学中心理解为科学成果的集中产出地，而对成果背后的形成机制揭示不足。对于世界重要人才中心和创新高地的研究而言，仅仅停留在识别到科学成果的集中出现是不够的，还需要进一步解释人才、知识、制度、组织和空间网络如何共同形成持续创新能力。三是科学中心转移研究需要根据当代世界科学中心格局进行拓展。按照汤浅光朝的周期性判断，美国作为科学中心应在 20 世纪末前

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

后出现衰退，但事实上，美国至少在21世纪的前20年中仍保持着全球科学研究、高等教育、重大科技创新和国际人才吸引方面的明显优势。这也说明，现代科学中心的形成和延续机制已经比早期科学中心更为复杂。

因此，关于科学中心转移规律的研究为分析人才和科学活动的空间集聚和历史变迁提供了重要基础，帮助研究者识别出近代以来若干具有代表性的世界科学中心。要全面理解世界重要人才中心和创新高地，还需要进一步关注背后的形成机制，即这些国家何以在特定历史阶段成为科学中心，背后又是怎样的政治、经济、社会、教育、文化等条件支撑了人才的吸引与集聚、创新成果的集中产出和中心的形成。

三、科学中心的形成因素分析与系统性理解

世界科学中心的形成是特定国家或地区在较长历史过程中逐步积累的各种支撑条件的综合体现。现有关于形成因素的研究主要可分为以下两类。一是分析具体某一因素的影响，尤其是关注经济、文化和教育等基础条件。二是关注不同因素间的互动关系和对影响科学中心的系统性影响，注重从多重机制的耦合关系中理解科学中心的形成。

（一）科学中心形成的基础条件

1. 经济基础与科研投入

经济基础是科学中心和人才高地形成的重要支撑条件。科研机构运行、实验设备更新、图书文献系统建设、学术出

版体系维持以及大规模科研项目组织，都需要相应的经济能力作为基础。Ben-David（1968，1971）关于科学中心和科学职业制度化的研究表明，一定程度的财富是科学活动形成的重要条件，但财富水平并不能完全解释不同国家科学贡献的差异，经济发展并不必然自动转化为科学中心。以近代早期的西班牙和葡萄牙为例，它们虽然都拥有较强经济和航海优势，却没有形成相应的近代科学中心。而几个科学中心的形成，也不能仅由经济实力解释。

此外，越来越多关于创新的研究也进一步说明，科学研究与国家社会经济目标之间存在复杂关系。例如，Coccia（2018）认为，现代科学研究不仅来自科学家的个人兴趣，也与国家获取社会经济利益、技术优势和应对外部威胁的整体努力有关。Rodríguez 和 Brito（2022）的研究也表面，经济水平与科学产出之间并不是简单线性关系，技术活动和研究政策会影响科学产出的质量和结构。Ben-David（1971）从科学社会学角度说明，科学活动的制度化并不能简单归结为经济财富的增长。不同国家科学贡献的差异，也并不能由经济实力差异直接解释，比如西班牙、葡萄牙、法国、德国和美国等国家科学地位与经济地位之间并不总是同步变化的[1]。科学作为一种持续性社会活动并非经济增长的简单结果，只

[1] Ben-David（1971）的研究指出，科学中心从意大利到英国的转移或许与这两个国家的经济重要性有关，但是十六和十七世纪的西班牙和葡萄牙并没有体现出任何经济和科学地位的关系，法国在十九时期前期的科学领先以及德国在十九世纪中后期的领先也不是其经济地位的结果，美国的经济地位达到顶峰也早于其成为全球第一经济体约 70 年的时间。因此，经济基础对研究来说虽然很重要，但事实上直到 20 世纪 50 年代，科研支出对任何富裕国家而言都只占经济的一小部分，这些国家完全可以负担科研投入上的竞争。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

有当科学研究与国家社会需求想耦合时，当经济基础转化为长期科学能力和支持条件时，人才中心和创新高地才有可能形成。

2. 思想文化与科学精神

科学活动不仅需要资源和机构，也需要尊重理性、鼓励探索和宽容失败的文化氛围。科学突破往往意味着对既有知识体系、解释框架和权威结构的挑战，如果缺乏相应的思想文化条件，新理论、新方法和新科学就难以获得充分发展空间。Merton（1942）将现代科学的规范结构概括为普遍主义、公有性或共同性、无私利性和有组织的怀疑，强调科学活动需要依托开放交流、公共知识、反权威和同行批判等规范而运行。Gascoigne（1992）也认为，至少在 18 世纪前，科学家数量的起伏很可能是由于文化趋势，特别是对科学的兴趣造成的[2]。

国内关于哲学思想、人文精神与科学中心关系的研究，也进一步说明思想文化机制的重要性。刘则渊和王海山（1981）通过统计研究揭示哲学高潮与世界科学中心形成和转移之间的关系，并提出英、法、德历史上存在“哲学高潮—社会革命—科学中心—工业革命”的演进链条，得出超前形成的哲学革命是科学革命的一个重要原因的结论。张云龙和马淑欣（2022）也强调，哲学革命与科学革命之间存在先后

[2] 18 世纪以后开始，高等教育等的兴起开始发挥更大的作用，对科学中心的形成形成了制度环境支撑。

伴随关系。冯烨和梁立明（2000a，2000b）、王国成（2009）等从文化背景入手，探讨文化对世界科学中心形成和转移的影响。总的看，思想文化因素影响社会层面对新知识、新方法、新职业角色等的接受程度，思想解放对科学探索的空间和包容度有着重要的影响。

3. 高等教育与科学共同体

高等教育和科学共同体是人才中心与创新高地形成的核心支撑条件。科学中心不可能仅依靠少数天才科学家的偶然出现而长期维持，必须依赖稳定的人才培养体系、学术训练制度、学科组织结构和职业发展通道。只有当一个国家或地区能够持续培养科学人才，并使这些人才进入稳定的科学共同体，科学成果的持续产出才具有制度基础。在此背景下，许多学者都聚焦教育与人才中心和创新高地之间的关系。例如，姜国钧（1999）发现科学中心与国家教育中心转移周期与方向高度一致，一个国家教育的兴隆期越长，则科学中心的兴隆期也越长。李立国（2024）则认为，自 16 世纪以来形成的 5 个科学和人才中心也是高等教育中心。一个国家往往先成为高等教育中心，然后才成为世界科学中心、人才中心；当失去高等教育中心地位和优秀师资，就会逐步失去世界科学、人才中心地位。

从比较高等教育史的视角来看，大学制度和科学中心形成之间存在紧密关系。Ben-David（1977）对英国、法国、德

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

国和美国高等教育体系的比较研究表明，现代高等教育制度虽然具有共同的欧洲学术传统，但不同国家的制度改革产生了不同后果。法国、德国和美国在不同历史阶段成为世界高等教育和科学研究的重要中心，说明了大学制度、学术职业结构和高等教育扩张方式，对科学中心和人才高地形成具有基础性影响。关于美国科学中心地位形成的研究也尤其突出教育系统的重要性。Geiger（1986）的研究表明，1900—1940年间，美国大学逐步从国际科学体系中的边缘位置成长为能够与欧洲高等教育和科学研究中心竞争的重要力量，研究型大学体系扩张、研究生教育发展和大学科研功能强化都为20世纪美国科学中心地位的形成奠定了基础。杨佳乐（2023）等学者从高等教育中心为切入点，揭示了教育中心尤其是高等教育的发展对国家人才与创新中心形成的影响。

从科学共同体的视角来看，Gascoigne（1992）基于1450—1900年间科学家传记数据，对科学共同体的历史人口结构进行了研究。他指出，15世纪中叶以后科学家群体开始持续增长，印刷术的发明起到了重要作用，而17世纪60年代科学期刊的出现，则进一步增强了科学共同体的凝聚力和内部组织程度。此外，这一研究还表明，18世纪以前，科学家数量的起伏在很大程度上与文化趋势和社会对科学的兴趣有关。例如，17世纪英国科学家数量的峰值，便与皇家学会黄金时代和英国社会对科学的热情高度相关。但进入18世纪以后，

从事科学事业人数增长的重要基础，则主要源于高等教育兴起所带来的制度支持，成为了科学职业发展的重要条件。Ben-David（1971）以科学心理学在19世纪末德国的兴盛和与英国、法国、美国的对比为例，阐明了从事学术职业的机会是新的科学学科发展的重要因素。

因此，教育系统成为连接“人才中心”和“创新高地”的关键环节，一个国家或地区能否成为科学中心，除了取决于是否拥有若干杰出科学家，更取决于是否能够形成持续生产科学人才、稳定组织科学研究、有效传播科学知识的共同体结构。教育系统的完善程度决定了能否拥有源源不断人才供给体系，进而影响了科技成果的持续稳定产出。

除了上述因素外，政治、社会、法律制度、国际关系等因素，都会以不同方式影响科学活动的组织、科学人才的流动和创新成果的产生。本部分将不再对这些因素逐一展开分析，而是将其纳入更广义的社会结构和制度环境中加以理解。

（二）科学中心形成的系统分析

除了从从经济投入、大学扩张或思想文化等因素出发理解科学中心的形成，学界还关注科学中心形成背后的系统性原因。比如，在赵红州（1984）“社会的科学能力”概念的基础上，姜春林等（2010）从系统科学角度进一步梳理科学系统内部各要素之间的交互关系，认为科学家人数、图书情报资源、先进科研设备和科研经费等因素共同影响科学子系统

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

运行，外部环境也通过这些要素发挥作用。王晓文和王树恩（2007）从政治、经济、文化、社会、教育等方面分析了五个国家成为世界科学中心的原因。潘教峰等（2019）提出世界科技中心转移“五要素钻石模型”，将经济、思想、教育、政府和科技革命等因素纳入了同一分析框架，当多重有利条件同时具备时，后发国家才有可能弯道超车，赶超先发国家成为新的世界科学中心。

1. 社会、技术与科学（STS）理论

从更广泛的研究视角来看，社会、技术与科学（STS）理论与国家创新系统理论为理解和分析科学中心的形成提供了系统性的框架基础。STS 理论认为，社会是一个复杂的相互作用系统，任何单一要素都难以长期孤立存在，科学不是孤立于社会之外的纯粹知识生产活动，技术也不是科学成果的简单应用形式，在更大的社会系统中，科学、技术通过与经济、政治、文化等要素存在多种交互模式。陈文化等（1996）在讨论近现代世界技术活动中心转移时指出，各工业国家在科学中心、技术中心和经济发展之间呈现不同关系模式，有的表现为社会产生技术、技术产生科学的线性路径，有的表现为科学先导、技术跟进、社会发展的路径。有学者则认为，社会、科学与技术三者之间不是简单的单向作用，而是有着复杂的互动关系模式。例如，赵兴太和王国领（2014）比较了科学、技术与社会关系中的三角模式和包含模式，前

者强调科学、技术和社会三者相对独立但相互影响，后者则把科学和技术理解为社会系统的一部分，认为科学技术的发展受到社会条件和因素的影响与制约。从 STS 视角的理解，科学中心正是在科学技术与社会环境间的良性互动中逐渐形成的。

2. 国家创新系统理论

国家创新系统理论则进一步把这种互动关系具体化为多主体、多制度之间的协同结构。这一理论框架虽不直接聚焦于“世界科学中心”或“世界人才中心与创新高地”的形成，但却是一个普遍应用于国家层级的创新研究分析中的系统性分析框架。Freeman（1987）较早从国家创新系统角度解释了日本技术追赶和经济发展，强调国家创新能力与政府、企业、科研机构和产业组织之间的制度化联系密切相关。Johnson（1982）在分析日本战后产业政策和经济发展时提出“发展型国家”（developmental state）的概念，认为日本政府通过产业政策、资本配置、技术引进管理和竞争秩序塑造，在技术追赶和产业升级中发挥了重要组织作用。Lundvall（1992）将创新理解为互动学习过程，认为创新能力不是单个主体独立行动的结果，而是在生产者、使用者、大学、企业和政府等主体之间的持续互动中形成。Edquist（2005）也指出，创新系统研究的核心在于分析组织、制度及其相互作用如何影响创新过程和创新绩效。因其系统性和全面性，国

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

家创新系统的分析框架也广泛应用于某一时期、某一国家的具体分析或国家比较分析。

总的看，从 STS 理论的视角出发，人才中心和创新高地是嵌入社会结构之中的知识生产和人才集聚现象，社会需求、产业发展、技术应用场景和国家战略任务会影响科学问题的提出和创新方向的选择，人才则通过知识生产和技术突破进一步重塑社会结构和产业格局。从国家创新系统视角看，人才和创新都是系统能力的一部分。大学、科研机构、企业、政府和社会之间的互动关系，影响甚至决定了知识生产、人才成长、创新能力发展等。STS 理论、国家创新系统理论、资本主义多样性虽然关注重点不同，但从经济、社会、文化、政治等多种因素如何互补、与人才、科技、技术之间如何持续互动的视角，为理解科学中心的形成提供了系统性分析框架，也都启发我们理解人才中心和创新高地的形成，关键不在于某一要素的简单积累，而在于能否形成一个持续支持人才成长和科学技术发展的系统，也正是系统的综合性构成了将政治、经济、教育、文化等基础条件转化为人才中心和创新高地的关键。

3. 资本主义多样性理论

国家创新系统理论强调创新能力来自多主体之间的制度化协同，但不同国家的制度协同方式并不相同。资本主义多样性（varieties of capitalism）理论进一步指出，不同国家

会在金融体系、企业治理、劳资关系、教育培训、产业组织和政府作用等方面形成不同制度组合，并由此塑造不同的发展路径和比较优势。Hall 和 Soskice（2001）将发达资本主义经济体区分为自由市场经济（liberal market economies， LME）和协调市场经济（coordinated market economies, CME）两种理想类型，认为前者更多依赖市场竞争、价格机制和企业自主决策，后者则更多依赖非市场协调、长期关系和组织化协商。其核心启示在于，国家制度并不是孤立发挥作用的，而在于制度之间能否形成互补，即制度互补性。

Amable（2003）进一步从制度互补性出发分析现代资本主义的多样性，指出不同经济模式并不是由单个制度特征决定的，而是由一组相互作用的互补性制度构成。所谓制度互补，指的就是某一制度安排的有效性，会因其他制度安排的存在而得到强化。例如，长期稳定的金融体系有利于支持基础研究和渐进式技术积累，但它还需要与职业教育、产业组织、企业合作和科研机构之间的长期联系相配合；高度竞争的市场机制有利于激励企业快速创新和技术商业化，但也需要风险资本、开放劳动力市场、知识产权保护和大学—企业转化机制等制度支撑。由此也启发我们，观察科学中心、人才中心与创新高地的形成，并不能归因于某一项政策或某一种制度优势的结果，而应当从多种制度安排相互配合、协同的角度去理解。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

（三）创新结果产出与中心地位巩固

科学中心的维持，关键要看其是否能够持续产出具有世界影响力的科学发现、理论突破、技术创新和新兴产业成果，这是一个国家或地区科学能力、人才基础和创新体系长期积累的结果。而从另一方面，创新产出又会反过来强化中心地区的集聚优势。重大突破会提升科学声望和国际影响力，吸引更多优秀人才和资源，进一步巩固其科学中心、人才中心和创新高地的地位。

从知识生产的视角来看，重大科学突破往往意味着既有知识体系、问题意识和研究范式发生重要变化。Kuhn（1962）关于科学革命和范式转换的研究表明，科学发展并非通过既有知识的简单线性累积，而是需要常规科学与范式转换来实现。当旧有范式难以解释新的经验事实和理论问题时，新的问题意识、研究方法和评价标准逐渐形成，知识结构也随之发生调整。对于科学中心而言，科学影响力不仅体现在成果数量的增加，还体现能否在关键科学问题上提出新理论、形成新范式、组织相应的科学共同体。

从技术创新和产业变革角度看，Schumpeter（1934，1942）关于创新和创造性破坏的理论指出，重大创新会打破现有的产业结构和竞争秩序，推动新企业和新产业的出现。Perez（2002，2010）进一步从技术革命和技术经济范式角度指出，技术革命是一系列相互关联的技术、基础设施、产业和制度

安排扩散的过程，由此形成新的技术经济范式。这些研究表明，重要创新成果不仅是技术进步本身，也会进一步重构知识生产、人才流动、制度安排等之间的关系，进而扩大中心地区的创新影响力。

这些研究也启发我们，在分析具体历史时期的科学中心时，既需要关注各国如何在政治、经济、文化、教育、社会等条件基础上形成科学能力，也需要进一步通过重大科学成果、技术创新和人才涌现对中心的形成进行验证，并通过人才能否在特定环境下持续产出高水平成果、取得重大科学发现和关键技术突破、形成持续创新能力，来反映人才中心与创新高地的维持与转移。

四、科学中心的空间与地理特征

前文分析了经济基础、思想文化、高等教育以及其他综合因素对科学中心形成的系统性支撑。值得注意的是，这些条件并不是均匀分布在国家空间之中的，也不会自动转化为科学中心和人才高地。历史经验表明，科学活动和高层次人才往往集中在特定的区域，并通过跨区域、跨国家的知识流动和人才流动扩展影响力。因此，在讨论人才中心和创新高地的形成，还需要进一步引入空间视角，关注科学活动和人才集聚的空间组织方式。只有经济、教育、政治、文化等条件嵌入具体空间时，才有可能形成可持续的知识生产和人才成长环境。而人才中心和创新高地既表现为高层次人才集中，

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

也表现为开放网络、流动通道和组织平台的形成。因此，通过空间解释，我们将进一步厘清前文所述的支撑条件如何汇聚在特定地点并形成扩散，进而通过中心—边缘关系和人才流动机制维持一个中心的地位。

（一）科学知识的地方性

长期以来，科学往往被理解为普遍性的、超越地方限制的实践。在这种理解中，科学知识一旦被证明为真，就似乎可以脱离具体地点、具体社会环境和具体实践场景而存在，而任何将科学置于其产生地的努力都被视为对科学知识的完整性和真实性的破坏。但是，科学史和科学地理学的研究表明，科学知识的生产、传播和接受并不是完全“无地点”的。科学活动总是在特定地点发生，并受到当地制度、文化、社会关系、物质条件和知识传统的影响。

Livingstone（1995，2005）从科学史研究中的地理转向出发，指出科学史不能只关注时间序列、思想演进和制度变迁，也需要重视科学活动发生的空间条件。科学风格的区域差异、科学活动的政治图谱，以及实验室、学会、大学等社会和物质空间，都会影响科学实践的组织方式和科学知识的形成过程。由此看，空间并不是科学活动的外在背景，而是科学实践得以展开的重要条件。Naylor（2005）进一步从历史地理角度，将科学史的研究路径区分为三个层面：一是科学活动发生的具体地点和空间，如实验室、大学、田野和学

会；二是科学活动所处的环境和背景，如城市、区域、国家和国际关系；三是科学制图学，即科学如何以自身方式描述、测绘和理解地理空间。在这一分类框架下，地方并非静止的、封闭的容器，Naylor（2005）强调需要超越“固定性”，关注变化、流动以及地点和区域如何影响科学理论与实践。

在《Putting Science in Its Place》中，Livingstone（2003）系统阐释了如何理解科学知识的地方性。他指出，同一科学理论在不同地方可能被赋予不同含义，并服务于不同的文化、社会和科学目的。因此，科学知识既具有普遍性追求，也带有鲜明的地方经验和空间印记。科学中心正是在特定空间持续承载科学实践、组织科学共同体并积累知识影响力的过程中逐步形成的，而非人才和创新成果在地理空间中的偶然集中。因此，从科学历史地理学的角度看，科学中心的“地方性”不可忽视。特定地点所形成的研究传统、学术规范和社会文化环境等，会持续影响科学活动的方式和科学知识的组织形态。

（二）科学中心的空间性

在地方性之外，科学中心要形成并保持影响力，不仅要有较强的知识生产能力，还需要嵌入更广阔的空间网络，将本地知识与成果转化为更广泛的科学影响力。科学知识的传播是一个在新的制度、语言、文化和社会需求中被重新理解、翻译和转化的过程，在持续流动中，科学中心逐渐成为由多

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

个空间节点和连接关系共同构成的网络体系。Livingstone 和 Withers（2011）关于 19 世纪科学地理的研究，正是说明了科学活动的空间性如何体现在知识通过不同机构、媒介和交流通道实现传播、流动、转译和扩散。

从城市网络角度看，科学中心并不简单等同于某一个国家，而常常表现为若干关键城市、大学和研究机构之间的网络关系。Taylor 等（2008）在 Gascoigne（1992）科学家传记数据基础上，突破了国家尺度的地理分类，将重要科学家的职业路径细化到城市尺度，重构现代科学兴起过程中的城市网络。其研究显示，现代科学的兴起可以反映在科学活动的空间位置和网络结构的不断变化。具体而言，16 世纪以帕多瓦及意大利中北部城市为中心，17 世纪向阿尔卑斯山以北扩展并形成多中心结构，18 世纪呈现较弱的多中心网络，19 世纪则发生明显重组，形成以柏林为中心、以德语大学为主导的科学网络。由此可见，国家层面的科学中心地位，往往需要通过城市、大学和科研机构等具体空间节点来实现；而这些节点之间的连接关系，则决定了科学活动能否从局部集聚发展为具有更大范围影响力的科学中心。

值得注意的是，除了拥有大学或学术机构，城市的意义还于其能否与更广泛的经济社会结构形成互动。Taylor 等（2008）借用 Jacobs 关于城市经济扩张的观点指出，城市增长的重要动力在于通过劳动分工多样化创造更复杂的经济

活动，功能过于单一的“公司城镇”[3]或大学城却可能因经济结构简单而限制新工作的产生和知识活动的扩展。由此可以理解所谓“城镇—长袍冲突”——大学和学术共同体固然是科学活动的重要依托，但科学中心的形成并不完全取决于大学空间；如果大学城与城市经济、产业需求和社会生活脱节，其科学影响力也会受到限制。正如英国近代科学和工业优势的形成，并不只是牛津、剑桥等传统大学城的结果，也与曼彻斯特、伯明翰、格拉斯哥等工业城市所提供的经济活力、技术需求和社会网络密切相关。

从更广的视角来看，科学中心的空间变化还可以放入现代世界体系的核心—边缘结构中理解。Wallerstein（1974，2004a）将现代世界体系的形成追溯至“漫长的十六世纪”（约1450-1650年），是横跨大西洋、以欧洲为基础的，其基本结构由划分经济活动核心区和外围区的劳动分工确定，即核心-外围结构（core-periphery spatial structures）[4]。此后，Wallerstein（1999，2004a，2004b）进一步将知识结构（knowledge structures）纳入世界体系分析，强调现代世界体系不仅包含经济和政治结构，也包含相应的知识结构[5]。由此

[3] 在 Jacobs（1969）所提出的城市经济扩张理论，扩张的关键过程在于通过劳动分工的多样化以创造更为复杂的经济实体和形式，而与之相反的就是“公司城镇”（company town），即从公司视角而言，他们与生俱来的经济简单性（economic simplicity）降低了创造新工作的机会，大学城市（university towns）也是这种具有较为单一功能的城市。

[4] 在现代世界体系建立的过程内，核心区从地中海欧洲转移到西北欧，也意外着从欧洲转向世界其他地区。正是在创造和重造核心区域的过程产生了社会变革，并最终淘汰了所有替代性的世界体系，至 1900 年左右，现代世界体系实际上已经是全球性的了。下文提到的中心-边缘关系也是核心-外围结构的一种具体体现。

[5] 对知识结构的发展而言，现代科学实践的兴起至关重要。通过对“传统知识”的两次成功挑战，科学主导了现代知识结构：一是对从中世纪知识结构中继承下来的宗教权威的世俗挑战；二是对取代神圣的批判性

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

可见，现代科学的兴起是与全球范围内资源、权力、制度和知识生产位置的变化相互关联的，科学中心之所以能够成为“中心”，不仅因为其内部科学能力较强，也因为它在国际知识生产、学术交流和资源流动网络中占据了有利位置。此外，科学中心的空间性还体现在语言上。例如，Nakayama（1991）指出，科学中心转移与科学知识传播所使用的语言密切相关[6]。而中心地区正式因为掌握了更强的知识表达传播渠道、学术评价主导权等，从而能够在更大范围内影响科学共同体的研究议程和知识标准。因此，语言除了是交流工具，还是科学知识传播中的中心—边缘关系的直接体现[7]。

（三）人才流动与中心地位的维持

如前所述，科学中心其实是一个由城市、大学、语言和国际交流等共同构成的知识空间网络。一个国家或地区能否成为科学中心，既取决于其是否具备高水平的本地知识生产能力，也取决于其对外部知识和资源的吸纳能力，以及将本

哲学知识的实证挑战。知识结构本身就是现代世界体系再生产的组成部分，它不完全与其他领先的物质和技术变化过程相一致。“现代科学的兴起”将核心-外围空间结构（core-periphery spatial structures）和知识结构（knowledge structures）连接了起来，世界系统分析视角也使我们得以将不断变化的科学和不断变化的地理整合了起来。

[6] 例如，希腊科学（Greek science）并不是古希腊人所实践的科学，而是用希腊语书写和传播的科学。语言转变往往还会带来新的科学观。例如，阿拉伯科学除了包含希腊传统，还吸收了边缘语言的代数和化学。然而，直至 20 世纪初，东方科学范式却一直未改变，东方的中心一直在中国、科学语言也仍然是中文。

[7] Nakayama（1991）提出，边缘地区的科学存在“双语性”。在正常的科学实践中，边缘地区通常被认为是不利的，因为这里的科学家必须符合中心的规范和范式。他们要遵循的模式始终存在于中心，必须尽其所能地吸收这种模式，而不会超越中心的标准或改变给定范式，即使他们想这样做，也不会有追随者。而中心的科学家则一般不关心边缘地区发生的事情，如果这种情况一直持续，就可能会导致科学停滞。一方面，中心的科学家只通过中心语言获取信息，而新范式往往出现在中心语言以外的非正统语言中。另一方面，当积累了足够的来自中心和边缘地区的信息后，“边缘”科学家凭借获取信息种类的丰富性而占据有利地位，可能会产生新的科学范式。但是外围成为中心有两个门槛，一是边缘地区科学家用以表达思想和工作的语言从中心语言转变为母语，二是被其他语言群体承认并引用。只有这样，边缘科学才有可能突破局部科学的限制，进入更广泛的交流体系，否则边缘地区的科学活动将仍仅是 “局部范式”和“局部科学”。

地成果转化为更大范围科学影响力的能力。而在知识流动和传播中，科学人才在不同地区之间的流动与合作无疑发挥着关键的作用。一定意义上讲，科学中心的形成、维持甚至转移，正是在空间网络与人才流动的相互作用中实现的。

Nakayama（1991）在关于科学中心转移的研究中提出，语言虽然能够反映科学中心的变化，却并非中心转移的根本原因。他在讨论科学中心从德国向美国转移时指出，真正促成科学领先地位发展迁移的其实是科学人力资源的流动和重组。以量子力学为例，德语曾是相关概念形成的初始语言，但这些概念后来在美国科学界得到进一步发展，很大程度上依赖于曾在德国接受训练、回到美国后将相关知识转化到本国语境中的科学家群体。因此，人才流动并非不是简单的人口迁移，背后是知识、训练、方法、范式和学术网络的转移。

而科学中心能够维持其地位，关键在于能够持续吸纳和组织不同层次的科学人才。Nakayama（1991）在比较英、法、德、美四国时指出，与英、法较多地依赖少数顶尖科学家相比，德国大学曾拥有从顶尖科学家到普通科研人员的较完整人力资源结构。20 世纪初，美国大学开始系统培养博士科学家，战后的美国科学更是建立在“大众科学”和“大科学”的基础之上。因此，科学中心的维持除了需要顶尖人才，还需要规模较大、层次完整、训练有素的科学人力资源体系。此外，开放性也至关重要，比如美国科学中心地位的维持就高度依

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

赖留学生和外籍科学家等人才的持续流入。

此外，不同类型知识的流动方式也存在差异。Secord（2004）指出，知识越本地化、越具体，就越难看出它是如何传播的[8]。学术科学较多通过出版物、学术交流活动进行传播交流，因此中心地位相对更容易维持，而工业知识或技术则更依赖实践、实验室训练和口耳相传。在开放交流不足的情况下难以实现传播。因此，人才流动对于技术创新和产业知识扩散的意义更为重要。

此外，人才流动不只是中心地区吸纳边缘地区人才的过程，来自边缘地区的人才也可能通过人才回流、跨国合作网络等，把中心地区的知识、技术等经验带回边缘地区，从而改变中心—边缘之间的单向依附关系。Saxenian（2005）关于印度和中国高技术产业发展的研究就表明了从人才外流（brain drain）到人才循环（brain circulation）的转变，体现了高技能人才的跨国流动如何通过跨国合作、创业网络和制度学习等方式，推动后发地区的区域升级。这对理解科学中心和人才高地同样具有启发意义。

五、文献评述与本研究切入点

综上所述，围绕世界重要人才中心和创新高地、尤其是世界科学中心的相关研究已经为本研究提供了丰富的理论基础。具体而言，科学中心的转移研究从历史维度、以成果

[8] 关于知识传播的途径及工具，详见 Lightman 等人于 2016 年编写的“A Companion to the History of Science”的第三、四部分。

分布为衡量标尺，揭示了近代以来世界科学活动在不同国家之间的集聚与转移，这为本文识别分析对象提供了基本参照；关于经济基础、思想文化、高等教育等的研究以及 STS、国家创新系统、资本主义多样性等理论，则进一步说明科学中心并非少数天才人物或个别重大成果的偶然结果，某一单项因素的强弱并不足以导致中心的形成，需要进一步观察多重条件如何在长期积累、相互作用中形成了制度互补性；科学地理学的研究，则从空间地理关系的维度，拓展了对科学中心形成过程的理解。这些研究共同帮助我们加深了对世界重要人才中心和创新高地这一概念本身及其背后相关的逻辑关系、形成因素和机制的认识。

但是，现有研究也还存在进一步拓展的空间。首先，科学中心研究较多关注科学成果占比、中心转移的时间和历史周期，对科学中心背后的人才基础、制度支撑和社会条件关注相对不足。无论是“汤浅现象”还是“红州现象”，其重要意义在于揭示世界科学活动曾经呈现出明显的中心转移特征，但如果仅从成果数量或历史周期出发，从结果角度证明了中心的形成，但仍难以解释不同国家为什么能够在特定阶段持续吸引人才、组织科学活动并产生重大创新成果。

其次，目前关于人才高地和创新高地的研究，多以当下区域发展、人才政策和国家创新体系构建的角度出发，对历史上各个中心国家的与境分析、国家比较的经验讨论都不够

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

深入。一个国家或地区能否形成世界级人才中心和创新高地，取决于其能否在较长历史过程中形成有利于人才成长、科学进步和创新成果涌现的综合条件，仅从当代视角出发，容易忽视其背后的历史条件和制度基础。

再次，目前对于历史上五个重要世界科学中心的研究多集中在单一视角(如哲学思潮、高等教育等),仍缺乏完整性、系统性的深入研究和分析。比如，思想文化能够影响科学精神和知识生产方式，但也需要相应的教育体系和制度环境加以承载；高等教育能够持续培养人才，但如果缺乏开放的创新体系，也难以形成世界影响力。换言之，科学中心、人才中心和创新高地的形成，不是单一因素作用的结果，而是多重条件相互作用、平衡和反馈的过程。

基于此，本研究将以世界科学中心的历史演进为线索，将16世纪的意大利、17世纪的英国、18世纪的法国、19世纪的德国和20世纪以来的美国作为主要分析对象，进一步深入探讨这些国家如何在特定历史阶段形成科学活动、高层次人才和重大创新成果的集聚优势，重点分析这些国家在政治、经济、社会、文化、教育等方面的条件如何促进了科学中心、人才中心和创新高地的形成。世界科学中心的测度和转移将不作为本研究的重点。

本研究的贡献将主要在以下三个方面。一是在研究对象上，将把“科学中心”与“人才中心”“创新高地”综合起来进行

分析。科学中心强调世界科学活动和重大知识生产的集聚，人才中心强调高层次人才的培养、吸引、组织和成就，创新高地强调科学能力向技术突破、产业变革和社会影响的转化，三者不完全等同，但却存在内在关联，即科学中心的形成以高水平人才为基础，人才中心的价值需要通过持续成果和创新能力来体现，创新高地的形成则依赖科学能力、人才基础和制度环境之间的有效融合。

二是在分析框架上，本研究将摒弃把科学中心形成简单归因于某一单项条件的模式，而是从多维因素，分析不同国家形成中心地位的历史与境。这将有效避免将科学中心形成解释为单纯的经济增长、文化传统、制度设计等某一因素的结果，而是把其理解为国家能力、社会条件、制度环境等共同演化的过程。

三是在研究目的上，本研究除了关注历史上的科学中心的形成，也将基于分析提炼总结形成规律性认识和形成机制，以期对中国建设世界重要人才中心和创新高地形成启示借鉴。因此，在完成五个国家的单一案例分析后，将进一步从共性因素和形成机制两个层面展开，并结合对中国建成人才中心和创新高地的条件进行分析，对当前国际格局下的中国实践提出政策建议和参考。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

第三章 第一个世界人才中心与创新高地：16 世纪的意大利

在历史的长河中，16 世纪的意大利无疑是一个光彩夺目的篇章。16 世纪是近代科学的黎明期，这一时期，意大利控制了地中海通往亚洲以及通往欧洲内陆的贸易，成为当之无愧的地中海贸易中心。不仅如此，经历了中世纪思想领域的黑暗，意大利人开始文艺复兴，思想与文化开放又先进的意大利成为文化的熔炉、艺术的工坊和科学的实验场，开始在思想、文化、科学等领域引领欧洲乃至世界。米开朗琪罗的雕塑、拉斐尔的绘画、达·芬奇的机械设计，都是那个时代文化盛景的反映。意大利的权势者和富人们热衷于赞助科学研究，与经济生活紧密相关的技术进步和积累开始加速。从佛罗伦萨到威尼斯，从罗马到米兰，意大利不仅孕育和吸引了世界各地众多杰出的艺术家、学者和科学家，更成为了科学革命[1]的重要发源地，对人类文明和发展产生着深远的影响。在这里，人文主义思想蓬勃发展，科学探索精神受到推崇，艺术与科学的结合催生了无数创新和发现。本章将深入分析 16 世纪前后，意大利如何通过其独特的社会结构、文化氛围、经济制度等，成为第一个世界人才中心和创新高地，探讨其对后世的深远影响。

[1] “科学革命”一般指从 1500 年到 1700 年、涵盖了哥白尼和牛顿之间的重要时期，是科学发现和发明的改变社会对自然界运作方式的理解的时期，该时期天文学、力学、光学、化学和生理学等出现极大的进步，为现代科学和技术突破奠定了基础。也有学者认为，这一时期以新的社会群体，即“工程师-科学家”（包括工程师、科学家、发明家、艺术家和探险家等）出现并制度化、古典科学建立为标志（Smelser & Baltes, 2001）。

一、地理优势与商业繁荣

14-15 世纪，地中海沿岸的一些城市出现了资本主义萌芽（该时期的意大利半岛地图见图 3-1）。意大利地处地中海沿岸，邻接南北、贯穿东西的地理位置，赋予了其从事商业活动得天独厚的地理优势，不仅使得意大利成为东西方贸易路线的关键枢纽，为其商业贸易的繁荣提供了有利条件，也带来了不同文化的交流与融合。意大利的一些城市，如威尼斯、热那亚、佛罗伦萨，凭借着便利的海上航线和发达的内陆水系，开始崛起成为商业贸易中心，成为了香料、丝绸、珠宝和艺术品等的集散地，积累了大量的财富[2]。商业贸易兴盛带来的财富集中不仅用于进一步的商业扩张，催生了一系列与商业相关的管理和金融实践的创新，促进了会计、合同法和保险等现代商业实践的发展，还投资于城市的基础设施建设，并且积极投资建筑、艺术品，促进了经济的多元发展。

“社会一旦有技术上的需要，则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进。”

——弗里德里希·恩格斯

[2] 以威尼斯为例，该城市于 9-12 世纪发展为城邦，并一直与拜占庭帝国和伊斯兰世界保持着紧密的商业联系。13 世纪起，威尼斯主导了地中海地区的商业，成为欧洲最富有的城市。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net



图 3-1 15 世纪意大利半岛地图

16 世纪意大利科学技术的发展和科学革命的兴起，正是封建经济解体、商业资本发展的结果（Hessen, 2009）。随着经济的发展和文化的繁荣，意大利城市人口的迅速增长、财富更为广泛的分布和高动态的转换，推动了城市经济的繁荣，也促进了城市建设相关的建筑、设备和技术等的发展。经济

发展不断提出了新的技术性需求，对专业人才的需求急速增加，但传统工匠无法以过去的经验处理这些技术问题，科学家便应时进入这一领域，由此得到世俗政府尤其是宫廷的重视，并获得了大学之外的工作机会，也使他们的地位得到快速提升。例如，从东方传入欧洲的火炮深刻影响了欧洲居民的生活，为了方便火炮运输和提升城市防卫水平，以数学家等科学类人才参与到城市建设中，这使得数学家群体数量大增、地位迅速提高（Biagioli, 1989）。

技术需求推动了科学家进一步探索自然、寻找新方法解决现实问题。以运输业为例，商业的发展高度依赖水上运输，也提出了船舶浮力系统改进、船舶海上位置确定等新问题，解决这些技术问题，需要对流体动力学、流体静力学、天体力学等多方面科学知识的进一步深入理解和持续探索（Hessen, 2009）。此外，经济发展为科学创新和艺术创造提供了必要的物质基础，社会生产带来的技术进步为科学提供了新的研究和观察的对象，进一步促进了科学事业的兴盛和人才的聚集。例如，商业和手工业的发展，促进了望远镜、气压计等科学工具和仪器的制造和应用，为科学家发现新的自然现象提供了新的技术工具和实验仪器。

二、城邦制度与政治自由

小城邦的自由政治为学者思想的自由发展提供了保障。这是意大利在科学革命早期成为欧洲最活跃的科学中心的

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

社会与政治基础。意大利城市很早就有转化为城邦的迹象。相对强大的城邦发展出各自鲜明的特色[3]，那不勒斯王国、威尼斯公国、佛罗伦萨公国等具备一定的军事和经济实力的城邦积极扩张，希望有朝一日可以独掌整个意大利半岛的大权，这种预期导致了城邦之间的激烈竞争，也是什么城邦体制没有使意大利统一成一个国家的重要原因[4]。同时，城邦之间的竞争也加速了军事技术的发展。战争使人们见证了火炮的威力，引发了火炮制造、弹道学的研究以及城堡等城市建筑的变革。需求推动了技术发明和创新，而军事技术的变革又进一步引发了各城邦对数学家、弹道学家和堡垒建筑家等专业技术人才的需求。

城邦政体下，意大利已经具有现代国家制度的一些特征。各城邦制定法律、规范税收、保卫邦国、开设医院，这使得意大利半岛的居民对其生活的地区有了较强的归属感，进而使城邦获得了相对坚实的经济保障和民众支持。城邦制度也带来了相对的政治自由。与同时期的欧洲其他国家相比，意大利城邦更加注重城市自治和市民参与，这种环境鼓励了文化和创新，为艺术家和科学家提供了表达和探索的自由。政

[3] 13 世纪起，意大利有三类城邦值得关注，分别是西西里和南部地区，如腓特烈二世统治下的神圣罗马帝国——被史学家视为欧洲最早具有现代国家意义的制度，腓特烈二世对科学的支持也是文艺复兴和早期意大利官廷对科学和艺术资助的前身；天主教教廷占据的中部，即教皇国；以及北部城市，如威尼斯和佛罗伦萨。

[4] 以威尼斯为例，由于富庶且强大，在意大利的其他城邦中很难找到同盟，也是城邦制度确立以后意大利半岛上唯一能与法国、西班牙等外来势力抗衡的城邦。15 世纪下半叶，意大利的各个城邦已经形成了相对平衡的地理和政治环境。但这种平衡在 15 世纪末被打破，法国国王查理八世入侵意大利，意大利军队首次为意大利自由而战，这使原本就存在的文化一致性有了政治和军事的形式（Paoletti, 2008）。与外部势力的对抗也进一步增强了半岛居民对城邦甚至意大利民族的认同感。因此，虽然这一时期还未出现统一的意大利王国。

治的多元性也促进了科学、文化、艺术的多样化发展。同时，竞争要求各城邦不断增强自身的经济和军事实力，进而激发了科学、技术、文化的创新。

三、文艺复兴与人文主义

文艺复兴运动起源于 14 世纪的意大利，16 世纪达到鼎盛，标志着从中世纪向现代的过渡。文艺复兴的核心是人文主义，强调个人价值、个性解放和理性思考。人文主义先驱彼得拉克提出了“历史的不连续性”，他认为，通过重新发现和研究古希腊和古罗马的学术著作[5]，将完结黑暗的中世纪，使古典文明得到复兴，进而开创人类历史的第三个时代。

人文主义研究为科学革命提供了学术来源。文艺复兴时期，很多科学家以人文主义的研究方法进行研究，古希腊、古罗马的科学、技术著作被重新发现、解读和出版，为科学在中世纪末期以后的发展及现代科学的出现奠定了基础。人文主义本身虽然不是一个哲学体系，但是它提供了一套可以应用于所有经院权威文献及对古典经典的阐释和注释的方法[6]。该时期，古希腊哲学思想得到了较为全面的复兴，尤其是柏拉图主义的复兴，是机械论取代亚里士多德宇宙论的重要思想来源[7]。人们不再盲目崇拜权威，开始对上帝的超自然

[5] 印刷术的变革对人文主义盛行产生了极大的影响。在造纸术和印刷术传入之前，欧洲人主要以羊皮纸作为书写材料。这种书写材料不仅书写难度大，而且成本非常高，不适合大量使用。意大利处在东西方文化交流的中心，来自东方的先进技术例如造纸、印刷术通过意大利传往西欧其他地区。造纸术、印刷术在意大利的推广，为传播古典文明提供了技术上的便利。印刷术发明的影响，16 世纪，印刷术等新技术的不断发展，极大地增加了书籍的供应量，进而激发了对书籍的需求，而印刷则保证了书籍内容的准确性。

[6] 虽然经院哲学仍在大学教育中占统治地位，但各城邦最活跃的则是人文学者，他们以专业的考据方式挑战经院哲学文献的权威。

[7] 系统性批驳亚里士多德哲学中的科学内容是伽利略等科学家在科学革命时期的重要工作。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

神力产生怀疑，相信理性和科学，柏拉图主义的复兴被近代科学史研究的学者认为是16至17世纪科学发展的一个重要因素。此外，人文主义的兴起还通过推动宫廷赞助制度的建立，间接支持了科学技术进步和科学家、艺术家等人才的发展。

四、宫廷赞助与科学发展

城邦体制下，意大利半岛出现了大大小小的、围绕一个王公建立、由具有公共权威的人构成的宫廷。16世纪前后，意大利宫廷供养了如艺术家、医师、天文学家、数学家、工程师、建筑师、设计师、测量师和绘图师等各式各样的人才，城邦的统治者和贵族积极支持科学和艺术发展。宫廷对科学和艺术的赞助主要受城邦竞争而引发的提升竞争力的需求（详见“（二）城邦制度与政治自由”章节）、人文主义的兴起和贵族自身形象提升等几个因素影响。

人文主义的兴起为意大利宫廷提供了主导性的文化。文艺复兴时期意大利文化的发展被认为是新兴的世俗资产阶级寻求自我表达和自我定位的一种尝试。这一时期，意大利人被物质财富、权力、世俗爱情和家庭生活等强烈吸引。人文主义不仅为世俗者提供了主导性的文化，为城邦居民和王公提供了道德规则，也为公职人员和统治者的核心幕僚提供了古代经典教育，其关于公共事业的内容与各城邦宫廷对发展技术的诉求不谋而合。宫廷赞助制度又进一步助推了人文

主义的传播，推动了新的思想、新的艺术风格和新的科学技术进步等一系列的变革。除了提升城邦竞争力而引发的科学和技术发展需求，文艺复兴和科学革命时期，科学开始成为王公自身形象的一部分。事实上，自 13 世纪腓特烈二世对科学的支持，我们就可以看到意大利宫廷对科学和艺术资助的前身。

这种赞助制度为艺术家和科学家提供了金钱支持和保护，提供了工作室、材料和助手等资源，对于人才的培养和创新的推动起到了关键作用，这种赞助也提高了艺术家、科学家等专业人才的社会地位，有利于他们在社会活动和公共事务中发挥更大的作用。除了作为赞助者，宫廷还是各类新思想、新理念的发源地和聚集地，宫廷中的讨论和交流为科学家、艺术家们提供了创作灵感，打破了科学研究活动主要依靠科学家个人兴趣发起或开展的情况。

总体而言，技术发展需求、人文主义兴起叠加王公们对个人荣耀的追求，为科学家等专业人才提供了丰富的工作机会，成为早期科学建制化的开端。依靠这些贵族家族的赞助和支持，科学家们可以安心从事科学研究。因此，宫廷赞助制度的存在支持了科学也技术的极大发展，促进了科学、技术、艺术等领域的竞争，进而激发了持续的创新，也为科学革命的发生创造了条件[8]。

[8] 例如，在现代科学和艺术史上，美第奇家族（Medici Family）就发挥了非常重要的作用。13 到 17 世纪，美第奇家族是佛罗伦萨一个很有权势和影响力的家族，该家族从银行业起家，逐渐获取政治地位，这个家族诞生了三名教皇、数名佛罗伦萨统治者以及不少法国和英国皇室成员。文艺复兴期间，美第奇家族培养

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

五、高等教育与学术机构

16 世纪前后，意大利之所以能成为第一个世界科学中心和人才高地，其世界教育中心、尤其是高等教育中心的地位发挥了很大的作用。14 世纪末，随着文艺复兴的发展，意大利的高等教育开始步入现代化进程，但其效果在两个世纪后才得以显现，因此，许多大学在 16 世纪达到巅峰。

意大利开始建立大学的时间与城邦制形成的时间基本一致[9]，随着城市化的发展，因社会需求而产生的对受教育人口的需求开始大于教廷。意大利教育体制开始逐渐摆脱中世纪教会的控制，这为学术研究提供了更大的自由度。文艺复兴时期，意大利共 16 所大学，这些大学多数由城邦或社区主持[10]。由于意大利世俗政权对实践问题的关注，法律和医学等可以直接满足城市和商业发展需求的专业科目开始成为大学的主要教学内容，培养了大量的律师和医生等人才。

了如波提切利、达.芬奇、米开朗基罗等在内的一大批的文化艺术巨匠。美第奇家族也非常重视科学发展，科莫西二世当时把很多科学家请到家中，给自己和自己的孩子当老师，并且给他们提供最好的研究室，让许多平民出生的科学家得到了全身心投入到科学研究中的机会，近代物理学奠基人——伽利略就是其中之一。后来，当伽利略在陷入教会围剿的困境时，美第奇家族也保护了他并使他在不受干扰的情况下进行研究和实验。伽利略在美第奇家族的保护下度过了余生。他在 1610 年出版的作品中提及了他新发现的木星的第四颗小行星，当时他将其命名为“美第奇星”（Medicea Sidera）。另一个案例是官廷对数学家的培养。如（二）所述，军事革命使数学家群体数量大增，地位大幅提高（Biagioli, 1989）。在文艺复兴时期最重要的中心之一乌尔比诺官廷，科曼迪诺曾建立了一所学校，培养了许多数学家，他们翻译了多部古希腊数学和力学著作，促进了阿基米德力学在文艺复兴时期的复兴，塔塔利亚给出了三次方程的代数解法，并出版阿基米德和欧几里得著作的意大利译本，纠正了前人的许多关于比例的错误理解并给出了新注解，为包括伽利略在内的后人的研究提供了重要工具。

[9]以意大利最早的大学—博洛尼亚大学为例，该校始建于 1088 年神圣罗马帝国时期，被誉为“大学之母”（Alma mater studiorum）。其历史可以追溯到 11 世纪末出现的世界上第一所法学院，后来由神圣罗马帝国皇帝腓特烈一世于 1158 年颁布设立章程，规定了大学不受任何权力的影响，作为研究场所享有独立性，博洛尼亚大学的正式身份由此确定。

[10] 仍以博洛尼亚大学为例，1350 年，该校开始获得社区财政支持，成为公民事业的大学。文艺复兴时期，意大利人认为，大学不仅可以为政府、社区和社会培养学者、法官、医生、教师等各类人才，也可以为主办城市带来荣耀与声望，所以各城邦都争相申请兴办大学教育。

同时，人文主义兴起也促进了大学教育的改革。文艺复兴早期，意大利大学的仍延续了中世纪的教学课程设置[11]，经院哲学把持的大学课堂拒绝一切新知识，远远落后于人文主义的发展和时代的发展要求。许多大学开始在课程设置、教学模式、管理模式等方面进行改革。在学科设置方面，文艺复兴时期的大学学科开始呈现以人文学科和科学为主的综合特征，科学类学科进一步得到重视。15 世纪初，意大利大学的教学课程涵盖了广泛的学科并出现了更多的细分领域，包括修辞学、逻辑学、宗教法、民法、数学、天文学、神学、星象学、绘画艺术、音乐等。人文主义的方法也开始广泛应用于大学研究[12]。

这一时期，大学的教学模式也开始发生转变。教育方法开始强调对经典的研究和批判性思维的培养，鼓励学生对传统权威进行质疑和反思，更加注重学生兴趣和学习主动性的培养。大学还采用了讲座、研讨会和个人辅导等多样化的教学方法，以适应不同学科和学生的需求，教学方法更加系统化和科学化。这种教育模式不仅培养了学生的专业知识，也锻炼了他们的独立思考和创新能力。

除了大学，意大利还出现了许多学术机构，如佛罗伦萨

[11]在这一时期的自然科学教学中，实验和观察方法开始占据重要地位，我们将在下一章节（六）中进行具体分析。

[12] 例如，学人文主义驱动了意大利大学医学教育转变。15 世纪末至 16 世纪初，医学人文主义学者开始将考据学和人文主义理念应用于古代医学著作研究，并开始意识到古代经典文献与经院派医学著作的区别，这为解剖学、临床医学和医药植物学的发展奠定了基础。16 世纪早期，进入大学的学生都受过人文主义教育，而在大学得到医学学位的人也都坚信古希腊、古罗马文献只有在原来的语言环境中得到更好的理解。16 世纪的大学都开始开设解剖、临床医学和医药植物学的课程。虽然大学的规条在一定程度上延用中世纪的内容，但意大利大学的医学研究和教学都发生了重要变化。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

的普拉托学院，这些机构成为了科学家和学者交流思想、进行研究的重要场所。这些学术机构往往由富有的赞助人支持，他们为科学家和学者提供了研究资金和实验设备，促进了科学研究的发展。除了大学，16 世纪下半叶至 17 世纪上半叶，意大利率先产生了近代科学机构。这些学院（academy[13]）是从 1440 年前后围绕佛罗伦萨和罗马的人文主义者构成的知识界逐渐发展起来的，这些圈子起初是非正式团体，专注于讨论复兴的柏拉图哲学以及更广泛的人文、科学和艺术等（Ben-David, 1971）。

他们圈子起初是非正式团体，专注于讨论复兴的柏拉图哲学以及更广泛的人文、科学和艺术等。如表 3-1 所示，1400-1799 年间出现的学社多达 657 个，但意大利文艺复兴的重点更多在文学而非科学。直到 16 世纪中叶，学院对科学活动的兴趣还不大，尤其是与大学相比[14]，科学学社的数量在 1550-1574 年和 1650-1699 年出现过两个高峰，随后逐步减少。与此同时，意大利科学也逐渐退出科学高峰期。但不可否认的是，学社可以称得上是近代科学的最初组织形式，也是当代科学学会的鼻祖。

[13] 学院 academy 一词来自柏拉图的对话，有三层含义：第一，一个教授年轻人的私人学校，第二，致力于一种教育传统，第三，一些知识分析规律性的聚会。

[14] 那些对科学感兴趣的圈子，如 15 世纪之交在乌尔比诺和米兰蓬勃发展的艺术家和科学家圈子，通常不被视为“学院”。无论当时艺术家和科学家的实际地位如何，他们的圈子都无法获得“学院”这个有声望的称号。

表 3-1 1400-1799 年意大利创立的不同类型学院百分比

	文学	科学	药学	法律	神学	戏剧	跨领域 [a]	合计	数量
1400-1424	—	—	—	—	—	—	100.0	100.0	1
1425-1449	—	—	—	—	—	33.3	66.7	100.0	3
1450-1474	—	—	—	—	—	50.1	50.0	100.0	2
1475-1499	16.7	—	—	—	—	16.7	67.7	100.0	6
1500-1524	29.4	—	—	—	—	35.3	35.3	100.0	17
1525-1549	55.6	3.7	—	—	—	7.4	33.3	100.0	27
1550-1574	58.8	7.6	1.5	2.9	—	13.2	16.2	100.0	68
1575-1599	61.2	2.0	4.1	2.0	2.0	14.3	14.3	100.0	49
1600-1624	59.6	3.4	1.1	0.0	3.4	16.9	15.7	100.0	89
1625-1649	53.6	2.4	2.4	2.4	4.8	26.8	7.3	100.0	41
1650-1674	60.3	9.5	0.0	1.4	2.7	16.2	9.5	100.0	74
1675-1699	53.7	9.3	1.9	3.7	9.3	11.1	11.1	100.0	54
1700-1724	67.7	3.1	0.0	1.5	6.2	9.2	12.3	100.0	65
1725-1749	51.0	2.0	2.0	0.0	27.5	11.8	5.9	100.0	51
1750-1775	59.3	5.1	3.4	1.7	15.3	6.8	8.5	100.0	59
1775-1799	51.0	3.9	2.0	5.9	7.8	15.7	13.7	100.0	51
合计	56.3	4.7	1.5	1.8	6.7	14.5	14.3	100.0	657

a. 即包含超过一种的研究兴趣，其中约一半都涉足科学领域。

来源：Ben-David (1971)

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

16 世纪中后期，专业性质的学院开始如雨后春笋般涌现，学院不再是非正式的团体，越来越正规化，其成员开始被授予公众认可的荣誉。其中,比较著名的有在那不勒斯建立的自然秘密协会（Academia Secretorum Naturae），罗马的林琴学院（Accademia dei Lincei）和佛罗伦萨的实验学社（Accademia del Cimento）。这些早期学术组织在科学建制化中扮演了重要角色，在早期的欧洲科学革命中也发挥了重要作用。以意大利科学院的前身、费德里科·切西创办的林琴学院为例，学院以“猞猁之眼”冠名，又称山猫学院，以猞猁敏锐的洞察力象征人们对科技的不懈探索精神。该学院自成立起就专注于数学、天文学、医学等方面的研究，成员们每周聚会一次，讨论研究进展，与其他成员交流互动，一起攻克科学研究中的难题。

得益于文艺复兴时期意大利教育体制的改革和发展，在 14 世纪中到 16 世纪初这段时间里，意大利在医学、数学、天文学、实验物理学、动物学、植物学等领域都在世界上处于支配性地位。在此背景下，意大利培养和早就了一大批本国学者、科学家和艺术家，也吸引了大量来自欧洲其他国家的留学生和学者，促进了知识的交流和文化的融合，为整个欧洲近代科学的发展打下了坚实的人才基础。这一时期，许多知名的科学家和学者学者都曾在意大利的大学学习、任教或从事科学活动，他们中的很多都曾积极参加学会活动，其

中就包括近代解剖学奠基人、比利时人维萨里，他的科学活动主要意大利的大学进行，以及世界著名天文学家、波兰人哥白尼，他曾于 1496-1501 年在博洛尼亚大学学习法律和天文学，这为他提出“日心说”打下了坚实基础。他们的著作《人体结构》和《天体运行论》都出版于 1543 年，共同摧毁了宗教神学赖以存在的“科学”基础，共同标志了近代自然科学的独立和解放。

除了高等教育体制和学术机构的盛行，在文艺复兴和科学革命时期，意大利成为世界人才和科学中心还离不开新的科学方法的推广普及以及科学与艺术的共同发展，其中后者又与意大利的专业人才培养环境有关。这两个因素及其影响将在以下两部分内容详述。

六、实验方法与科学探索

在人文主义、宫廷赞助和教育制度变革的背景下，16 世纪前后，意大利成为世界重要科学中心和人才中心的一个重要影响因素是实验方法的兴起。人文主义兴起之前，人们对世界规律性的认识主要在推理和思辨基础上进行的科学，而到了科学革命时期，科学家和艺术家们开始广泛应用实验方法进行科学研究。实验方法的重要性在于，它提供了一种直接获取自然现象信息的途径，使得科学研究更加接近自然的真实状态，而不是仅仅依赖于逻辑推理和权威著作。科学发展由此正式步入了以观察和实验事实为依据并具有严密逻

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

辑体系的现代科学阶段。

被誉为“近代科学之父”的伽利略[15]（1564-1642）无疑是实验方法的先驱。如果说开普勒揭示了天上行星运动的力学规律，伽利略则揭示了地上物体运动的力学规律。正是他从实验中总结出自由落体定律、惯性定律和伽利略相对性原理等，推翻了亚里士多德物理学的许多臆断，奠定了经典力学基础，反驳了托勒密的地心体系，有力支持了哥白尼的日心学说。此外，伽利略率先倡导数学与实验相结合的研究方法，也是他对近代科学的最重要贡献之一。他主张用实验去揭示自然界的因果联系，再用数学加以描述，再进一步通过实验来进行检验和证明，由此建立科学的定理和定律。数学在16世纪意大利科学研究中的应用，也是科学革命的一个重要方面，当科学家们开始尝试用数学语言来描述自然现象，这不仅使科学研究变得更加精确和系统，也为理论的推广和应用提供了工具。

总体而言，实验科学方法的应用改变了人们认识和研究世界的方式，提升了科学研究可靠性。通过将实验方法和数学工具相结合，科学研究更加严谨和有效，进而推动了科学知识的快速积累产出，成为现代科学研究的基础。同时，科学方法的革新，也改变了人们对自然和社会的认识。它提倡

[15] 佛罗伦萨的实验学社（Accademia del Cimento）正是伽利略的两个著名的学生托里拆利和维维安尼成立的。这个以“实验”命名的学院继承了林琴学院的科学作风和伽利略的精神，主张科学研究必须采用精密的实验方法，得出的结论要严格限制在观察证据支持的前提下。近代科学史上的一些重要实验，如真空、水和其他液体的凝固、声速、空气压力的实验正是由这个学社的科学家们进行的。

怀疑精神和实证主义，鼓励人们通过观察和实验来获取知识，而不是盲目接受传统观念和权威意见。这种科学态度和方法，对现代科学的发展和人类文明的进步都产生了重要的推动作用。

七、科学与艺术的“联合发展”

15 世纪起，意大利的艺术家（同时兼具建筑师、技术专家等角色[16]）和接受过大学教育的学者之间的交流开始愈加频繁且变得常态化。一方面，学者了解古典文献，可以清楚地表达艺术家无法表达的定理。另一方面，艺术家的实践经验使古代文本的内容变得更加有意义。跨学科的交流促进了思想的碰撞和创新的产生，不仅促进了艺术创作和实践应用，也为科学的发展提供了新的视角和方法。古希腊几何学和科学不再仅仅是晦涩难懂的书本知识，而是被用在了设计、建筑或弹道等实践领域。画家对解剖学和植物学的兴趣也为解剖学家和博物学家的研究提供了强大的工具和素材。

---

[16] 详细内容可参考：Valleriani, M. (2010). *Was Galileo an Engineer*?. Springer Netherlands.
文艺复兴时期，我们往往会发现一个艺术家同时还是建筑师、防御工事工程师甚至是弹道专家。这与这一时期意大利的“艺术家-工程师”的学徒制教育密不可分，艺术家工作场（Botteghe）、算术学校（Abaco school）、设计学院（Accademia del disegno）等场所都是“艺术家-工程师”人才成长的摇篮(Valleriani，2010)。15 世纪，意大利会从大师工作室的学徒做起，接受全面的训练，他们往往尝试过绘画、雕塑、建筑等方向。有突出才能的艺术家会被城邦选中，为官廷或教会的统治者服务。并负责艺术、建筑和工程方面的公共工程。达·芬奇、米开朗基罗都是这类“艺术家技术人员”的典型代表。他们接受的技术培训往往全面而实用。例如，米开朗基罗除了是雕塑和绘画的大师，对建筑学和工程学也有着深入的研究。他设计的教堂圆顶和城市规划方案，展示了他在力学和结构工程方面的深厚知识。除了“艺术家-工程师”，文艺复兴时期还出现了“工程师-科学家”，他们也部分或全部完成了“艺术家-工程师”的培训计划，并且大多受过较高水平的教育，尤其是在数学方面，至少学习过数学和几何学，在某些情况下还学习过哲学。除了学徒期，工程师科学家几乎没有亲自在车间或建筑工地工作过，不像单纯的工程师一样参与技术实践，而是专注于思考实践中产生的新型知识。并且，他们了解实践中需要遵循的工作程序，因此可以委托工匠或其他参与实践活动的人员，监督或指导他们，也可以给他们的工作提供咨询或评估。也有学者认为，“工程师-科学家”群体的出现和建制化是科学革命发生的标志，可参考 Smelser, N. J., & Baltes, P. B. (Eds.). (2001). *International encyclopedia of the social & behavioral sciences* (Vol. 11). Amsterdam: Elsevier.

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

艺术家与学者的联系往往基于共同的技术兴趣和共同面临的社会认可问题。对艺术家而言，证明他们的工作与公认的学术追求存在联系是维护他们的使命地位的唯一可实践方式。然而他们对学习古典语言和哲学思辨都不感兴趣，唯一与他们有共同兴趣的学者便是科学家。而对于科学领域的学者而言，他们获得认可的方式是在核心学术领域证明价值，在与欣赏科学、认为哲学的本质在于科学的艺术家的合作过程中，科学家们收获了自信。这些合作活动开始使科学家的社会形象有别于其他学者，也为科学活动中心的创造了人才基础。

16 世纪初期，科学与艺术的结合达到了前所未有的高度。达·芬奇和米开朗基罗等艺术家，不仅在绘画和雕塑领域取得了卓越的成就，他们在解剖学、力学、光学等领域的科学探索，为科学研究提供了新的视角和方法。同时，科学理念也开始出现在艺术创作中，艺术家们开始用科学方法观察和描绘自然，艺术创作得到了极大的丰富。例如，与数学家卢卡·帕乔利的交往让达·芬奇得以了解几何学原理并应用于绘画中，创作出了《最后的晚餐》等具有强烈透视效果的作品，透视法的引入让绘画作品具有了前所未有的三维空间感；达·芬奇的解剖学研究和手稿为后来的医学研究提供了宝贵的资料；他的流体力学、连通器原理等力学研究（陈光耀等，2019）对伽利略的动力学理论也产生了深远影响。艺术家对光影和

色彩的敏感性启发了伽利略进一步改进望远镜设计，促进了天文学的研究。这种跨界探索是意大利科学革命的重要特征，促进了跨学科的创新，极大推动了科学的进步。

八、社会流动与阶级重构

如前所述，在 15-16 世纪的意大利，艺术家和科学家开始联合发展，一方面是出于双方的共同兴趣，另一方面则是由于他们共同面临的、对于提升社会认可的主观迫切需求。与艺术家-科学家联盟类似的还有工匠-学者联盟。源于文艺复兴的艺术家，源于工匠传统的技术爱好者，以及源于中世纪大学的自然哲学研究者，都是近代科学家的雏形（Ben-David, 1971）。但他们分属两个社会阶层，艺术家和工匠在作坊里工作，学者在大学里教书。阶层的不同和分裂层严重妨碍了两者间的交流和互补。然而，得益于经济发展、文艺复兴等的发生，意大利的传统社会阶层被打破。以工匠和学者的结合为例，由于技术对经济重要性提高，掌握复杂技术的工匠获得了更好的教育和更高的社会地位，而社会地位提升使学者得以进入其研究领域进行观察和实验，直接或间接从工匠知识中获益。可以说，在意大利世界科学中心和人才中心地位确立的过程中，社会结构的显著变化发挥了显著的作用。

自中世纪晚期开始，意大利的社会流动性显著加快，传统社会的等级秩序格局开始重构。从乡村到城市的横向流动，

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

以及从位于社会中下层的农民和手工业阶层向位于社会中上层的城市商人和贵族阶层的纵向流动，都对既有社会等级秩序造成了一定冲击。旧土地贵族纷纷迁往城市定居，他们带来的贵族式生活方式和奢侈的消费品味，被城市新兴商业资产阶级竞相模仿。同时，以商人、银行家为代表的城市工商业阶层快速壮大，与旧贵族之间的消费差异逐步消弭，许多贵族开始通过与商人和银行家联姻来增强经济实力和巩固社会地位[17]。同时，他们通过资助艺术家和科学家来参与科学艺术活动，这种趋势使得贵族和平民之间的界限变得模糊，文化交流和社会融合得以促进。

同时，新教的兴起对传统的天主教权威和社会秩序提出了挑战，如威尼斯和佛罗伦萨等城邦都对宗教改革持相对宽容的态度，允许不同宗教信仰的存在。因此，随着世俗力量的增长，教会对社会的控制力逐渐减弱。随着人文主义的普及，古代知识的复兴使原本统一于教会的知识系统和学者等级变得不稳定。印刷术[18]和造纸术传入欧洲也使教会的教育资源垄断优势不再突出，人们更加关注个人的价值和成就，不再盲目服从宗教权威，思想解放为个人才能的发挥创造了空间。人们不再仅仅依赖于出身和家世，不再受制于严格的等级制度，加之经济增长和贵族资助为艺术家和学者提供的

[17] 意大利商人与贵族的融合也被认为是对商业有关职业持开放态度的标志，这是 19 世纪前的大多数欧洲国家都不曾存在的（Ben-David, 1971）。

[18] Gascoigne（1992）认为，科学团体（scientific community）出现的一个重要的刺激因素就是印刷术的发明。

通过才华和努力改变命运的机会，他们中的许多都得以跻身上流社会。

中世纪和文艺复兴时期，行会（guild）制度对科学家、艺术家的培养和科学与艺术的全面复兴与发展起到了关键作用。在这一时期的意大利，成为职业艺术家意味着需要获得相应行会的会员资格，艺术家等专业人才需要在师父手下当学徒，学徒期结束、学有所成后，则会进入相应行会，取得“从业资格证书”。行会既需要天才学徒成为会员以确保职业声誉，又需要严格控制艺术家的数量以限制竞争，它们一方面对会员提供保护，另一方面制定规则，规范行业发展。这一时期，行会对质量、工作条件、会员资格进行管理，监督学徒培养和训练，设立了生产、交易和劳动的规则以控制市场行为（Nethersole，2019）。行会还可以获得当地大型项目委托，参与城市政府事务，根据技艺进行细分的专门行会也使得意大利相比于其他欧洲国家在科学、技术和艺术领域的兴趣和分支更加广泛（Ben-David，1971）。16 世纪前，行会一直是在意大利大部分地方经济的基础组织单元，培养了专业领域人才，促进了科学和艺术各细分领域的全面发展。

但从 15 世纪开始，行会制度也逐渐显露出与经济发展相悖的一面。人口增长让大量农民涌向城市，但严格的行会制度却无法消化这庞大的失业人口。有实力的商人开始通过掌握行会的原料来源和销售渠道，逐渐控制了一些弱势行会，

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

大量引进新的劳动力。与此同时，与普通艺术和技术人员努力尝试却无法摆脱行会的统治不同，科学家和杰出的艺术家则处于完全不同的上层阶级人文主义环境（学院）中，他们可以从大贵族、王公甚至市政当局那里获得更多或同样有效的保护和支持，不再依赖行会，行会对他们活动的干涉也失去了合理性。这种科学家转向上层社会框架的现象被视为为欧洲统治阶级对新的科学文化的第一次分配（Ben-David, 1971）。由于无法适应经济和社会发展需要，行会制度也开始逐渐衰落。

九、综合分析

16 世纪的意大利之所以成为世界人才中心和创新高地，是多因素相互作用的结果。地理优势和商业繁荣为意大利的崛起奠定了基础，带来了财富积累和文化交流。城邦的自由政治为学者思想的自由发展提供了政治制度保证，城邦间的竞争和政治自由为文艺复兴与人文主义的兴起提供了土壤。商业经济积累的大量财富和新兴阶级对政治、学术话语权的追求，催生了宫廷赞助制度，使得研究技术与科学获得了经济资源，从而提高了研究技术和科学的专家的社会和经济地位。经济发展提出了新的技术需求，社会流动、宗教改革带来了社会阶级的重构，这促进了不同阶层如学者和艺术家、工匠的交流和融合，支持了科学和技术的发展。正是在财富、需求、竞争、声望和自由空间的相互配合中，意大利形成了

较为活跃的早期创新环境。

与此同时，人文主义的兴起，推动了古希腊、古罗马科学著作的重新发现和解读，为科学家提供了思想的支持和方法的指导。高等教育与学术机构的出现，为学术研究提供了更大的自由度，培养了大量的专业人才，促进了知识的交流融合。教育的发展进一步带来了科学方法的推广和革新，实验方法开始流行，推动了科学知识的快速积累产出。同时，学徒制教育、社会结构的变革又进一步促进了科学与艺术的联合发展，促进了跨学科人才的培养和跨领域的创新，极大推动了科学、艺术等领域的共同进步。

总体而言，这些因素相互作用、相互促进，共同推动了16世纪意大利世界人才中心和创新高地的形成。经济需求推动科学探索，政治竞争放大人才需求，思想解放提升创新活动的社会认可，组织平台承接并稳定人才成长，社会流动促进知识融合，方法革新最终推动科学、艺术和工程技术的共同突破。正是在这种多重因素相互协同、互相增强的过程中，人才集聚、知识生产和创新突破之间形成了良性循环。

这一时期意大利在科学、艺术和文化领域的繁荣对后世产生了深远的影响。意大利的文艺复兴和科学革命推动了欧洲乃至全球的知识革新，也为现代科学方法的确立和艺术表达的多样化奠定了基础。从伽利略的实验方法到达·芬奇的跨学科创新，意大利的成就激励了后世对知识探索的无限追求，

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

促进了全球文化和科学的交流与融合。从科学成就（详见表3-2）的角度而言，哥白尼的天文学研究、伽利略的运动力学研究等为牛顿经典力学体系的建立奠定了基础，实现了地表物体运动和太阳系行星运动的大统一，把第一次科学革命推到高峰。

表 3-2 意大利在世界人才中心和创新高地时期的有关主要科学家及其科学成就

主要科学家	年份	主要科学成就
尼科洛·塔尔塔利亚 *Niccolò Tartaglia* (1449-1557)	弹道学的早期研究，对抛射体运动的研究是现代弹道学的基础。	
	1537	《新科学》*Nova scientia*
	1543	欧几里得《几何原本》译本
	1543	阿基米德著作的意大利语译本
	1546	《各种问题与发明》*Qiestoto et omvemtopmo doverse*
	1556	《论数字与度量》*General tratteto di numri et misure*
乔万尼·巴蒂斯塔·贝内戴蒂 *Giambattista Benedetti* (1530-1590)	在数学、天文学、力学、音律学和日晷制造等方面都有成就，与科学革命最为相关的是关于落体问题的讨论。	
	1554	《运动比例问题的证明：与亚里士多德及所有哲学家相反》*Demonstratio proportionum motuum localium contra Aristotilem et omnes philosophos*
	1585	《与数学和物理著作不同的思考》*Diversarum speculationum mathematicarum et physicarum liber*

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

尼古拉·哥白尼 *Nicolaus Copernicus* (1473-1543)	1543	日心说（*Heliocentrism*）的提出者。虽然哥白尼是波兰人，但他在意大利学习期间受到了意大利学术环境的影响。
		《天体运行论》*De revolutionibus orbium coelestium*
杰罗拉莫·卡尔达诺 *Gerolamo Cardano* (1501-1576)	概率理论的先驱，复杂数的引入者之一，在数学和医学领域也有重要贡献。	
	1545	《伟大的艺术》*The Ars Magna*
莱奥纳多·达·芬奇 *Leonardo da Vinci* (1452-1519)	在多个领域进行了广泛的科学探索，包括解剖学、工程学、流体力学等。没有正式出版的科学著作，但他的笔记本中包含大量科学图稿和观察。	
乔尔丹诺·布鲁诺 *Giordano Bruno* (1648-1600)	支持哥白尼的日心说，提出宇宙无限且无中心的观点。	
	1584	《论无限宇宙及诸世界》*De l'infinito universo et mondi*
安德烈·维萨里 *Andreas Vesalius*	现代解剖学的奠基人。虽然维萨里是比利时人，他在意大利的帕多瓦大学进行了重要的解剖学研究。	

(1514-1564)	1543	《人体结构》*De humani corporis fabrica librorum epitome*
桑托里奥·桑托里奥 *Santorio Santorio* (1561-1636)	是如脉搏计、空气温度计、湿度计、浴床、套管针、膀胱结石吸出器等多种医疗设备的发明者。将定量方法引入生命科学，被认为是实验生理学之父。	
	1614	《论医学测量》*De Statica medicina*
伽利略·伽利莱 *Galileo Galilei* (1564-1642)	主要贡献包括：引入系统的物理学研究方法，将定量化引入自然规律的表述。提出单摆公式、惯性定律、落体公式等；改进望远镜，发现木星的四大卫星，金星的相位变化，太阳黑子等；实验方法为科学提供了一种新的研究方式等。伽利略被誉为近代科学的奠基人，近代物理学的奠基人。	
	1586	单摆实验 *Pendulum Experiments*
	1586	《小天平》*La bilancetta*
	1590	《运动论》*De Motu Antiquiora*
	1600	《力学》*Le mecaniche*
	1590	自由落体实验 *Free Fall Experiment*

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

	1610	《星际信使》*Sidereus Nuncius*
	1612	《论可浮于水面或在其中运动的物体》 *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua, o che in quella si muovono*
	1613	《论太阳黑子》*Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari*
	1616	《论潮汐》*Discourse on the Tides*
	1619	《论彗星》*Discorso delle Comete*
	1623	《试金者》*Saggiatore*
	1632	《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》 *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*
	1638	《关于两种新科学的讨论与数学论证》 *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche intorno a due nuove scienze*

意大利的这段辉煌历史，成为了人类文明进步的一个重要里程碑，其影响至今仍在全球范围内持续发酵。但是，由于意大利半岛持续的战乱、小的城邦政府相对于教廷的权力逐渐失衡、人们对科学家与艺术家和工匠群体社会身份的混同等因素，意大利虽然在文艺复兴和科学革命筑起成为欧洲技术和科学发展的重要中心，却始终没有形成具有独立社会身份的科学家群体，意大利也未能在 19 世纪前将商业经济转化为产业经济，在此后的科学和技术方面，始终滞后于法国、英国等国家，并最终成为工业革命的追随者。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

第四章 第二个世界人才中心和创新高地：17 世纪的英国

英国哲学家怀特海把 17 世纪称为“天才的世纪”。这一时期，英国科学家的数量约占当时全世界科学家总数的 36%以上，科学成果占全世界总数的 40%。物理领域，牛顿出版《自然哲学的数学原理》，阐述了运动定律和万有引力定律；化学领域，波义耳出版了《怀疑派化学家》，将化学确立为独立的自然科学学科；天文学领域，哈雷提出了哈雷彗星的周期性预测；医学和生物学领域，哈维通过解剖和实验研究发现了血液循环理论，胡克使用显微镜观察了生物组织的结构，提出了“细胞”概念，奠定了细胞理论发展基础……

十七世纪后半叶，英格兰的科学发展变得格外突出。科学作为一种明确的社会运动是在后期才表现出来的，除了鼎鼎大名的人物圈子外，科学获得了大众性，新兴的实验哲学开始受到重视，探索自然奥秘成为时尚。大众性促使理智的注意力集中到了一个以前使人们感到十分神秘的领域。《十七世纪英国的科学、技术与社会》一书中提出一个假设：科学只有在某些确定类型的社会中才能获得重大而持久的发展，这种社会必须为科学发展提供文化和物质上的条件。有了契合科学精神的文化理念、日益繁荣的经济发展、关切现实的教育模式、日益完善的科学共同体以及利于人才集聚交流的政府举措，17 世纪前后，英国逐渐取代意大利，崛起成

为新的世界科学中心、人才中心与创新高地。

一、经济发展与资本主义制度的崛起

17 世纪，经济规模和幅度都发生了引人注目的变化，资本主义正在崛起。市场及显著劳动分工的增加与资本主义企业、大规模生产的显著增长紧密相连。16 世纪最后一年，吉尔伯特的《磁石论》一书出版，是英格兰诞生的第一步重要的科学著作，它预言了新的科学时代的到来。同年，东印度公司获得特许，成为英格兰第一家合股公司，是即将到来的资产阶级时代的先驱。16、17 世纪是英国经济迅速发展的时期,农业革命、商业革命相继展开。

17 世纪起，英国开始农业革命。在英国，土地长久以来都以集中方式被占有[1]。但从 16 世纪早期开始，英国人口迅速增长，农业生产跟不上消费需求。小农所有者（peasant-proprietor）或自耕农需要去市场出卖劳动力以弥补生产不足，大农场主则占有大量土地，使其能以新的手段和方式来使用其财产（Wood, 2002）[2]。同时，土地租赁开始采用经济地租的形式，即地租由市场而非法律或习俗决定[3]，租佃土地的农

[1] 这在 17 世纪和 18 世纪小农所有者们因“圈地运动”（enclosure）而丧失财产前就已经如此了。圈地运动是指发生在英国 15 至 19 世纪的一次历时持久、影响深远的土地变革运动，主要目的是通过“暴力手段”剥夺农民的土地，将其变为牧场或农场，从而改变土地财产权、使用方式和耕作方式，影响了村庄布局和农民的生活方式。

[2] 大农场主们雇佣劳动力，利润不断增加，掌握了日益增多的“经济”权力，而相对弱的“非经济”权力也意味着，他们从佃农手中收取更多地租无法以强制手段获取，而使他们有更强烈的动机去鼓励（甚至迫使）农户们想尽办法提高劳动生产率（Wood，2002）。到 17 世纪中期，人口趋于稳定，小农场主消失了，取而代之的是雇佣工薪劳力的大农场主，由此引发了经济规模化、专业化。

[3] 这导致在土地获得和使用上的优势将会日益集中到那些能进行竞争性生产以及能通过提高生产率从而支付高额租金的人手中。同时，自耕农阶级开始崛起，成为英国资本主义兴起初期经济发展的主要力量，他们开始实行资本主义农场式经营，规模不断扩大，又引发了新一轮的农业技术进步，增加了土地的实用价

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

户们开始受到地主和市场（土地租赁市场）的双重压力，产权关系也使得农业生产者（包括收成不错的自耕农）在土地以及生产工具的获得和使用上越来越依赖市场，迫使他们努力提高生产率。这一时期农业获得稳步发展，相比 1450 年，1650 年的每亩谷物产量增加 30%，家禽产量相应增加，牛羊饲养总量翻了一番（Coleman, 1977）。农业的发展不仅解决国民的温饱问题,使英国没有再出现过因农业歉收而导致饥荒，而且谷物产量还有盈余可供出口。

农业革命使得农业的生产方式发生了巨大变革，这一变革不仅推动了农业技术的进步，也吸引了科学家和发明家将注意力集中在农业技术的研究和改进上，新技术和方法，如四轮作、机械化和良种培育等的推广，提高了农业生产效率，促进了科学创新和技术进步。土地所有权的集中、农业生产率的提升、产权关系制度引起的对市场的依赖等，经营性农业的兴起为资本主义经济体系的建立提供了必要的前提条件（Wood, 2002）。

随着 15 世纪末的地理大发现，商业资本作用日益突出，世界市场的形成极大地刺激了商业贸易、航海业和工业的发展，推动了各国的对外贸易。1550 年英国还非常落后,羊毛占国家出口品的 80%,其它出口产品也多为初级产品或天然原料、皮革、铅，而且这些出口商品也主要由安特卫普的外国

值，推动再生产不断扩大。

商人控制（Catto & Evans，2004）。17 世纪开始，英国逐渐取代了荷兰，成为世界贸易中心。作为一个岛国，只有对外开放，吸引移民、技术和资金[4]，英国才能得到快速发展。16 世纪，重商主义观念在英国兴起，到这个世纪晚期，英国开始投资海外贸易，并逐渐控制了大西洋的财富，国内贸易也发展迅速（见表 4-1）。到 17 世纪中期，帝国海军开始扩张[5]，为英国航船提供了更好的保护，外国商人也更愿意用英国商船进行地中海贸易，殖民贸易数量也显著增加。殖民扩张和争夺海上霸权的激烈竞争加速了英国对航海、船舶建造、导航等领域科学技术的投资和重视。

表 4-1 17-18 世纪英格兰对外贸易的变化情况

年份	出口（镑）	进口（镑）
1613	2,487,435	2,141,151
1622	2,320,436	2,619,315
1700	6,477,402	5,970,175

来源：Merton (1970).

近代早期英国经济的大发展，国家财富的迅速增长直接

[4] 16 至 18 世纪，外来移民及其资本、技术对英国经济发展贡献日渐显著，当时的英国政府和民间社会都有所认识。政府采取了积极开发的态度，民间也从抵触到宽容和接受，外来移民在手工业、农业、商业等领域都做出了重要贡献。

[5] 1607 年，皇家海军 50 吨级以上舰仅 40 艘，总吨位约 23,600 吨，船只配备人员 7800 人。到了 1695 年，相应的数字达到了 200 多艘，超过 112400 吨和 45000 多人（Merton, 1970）。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

促进了大学教育的发展。商业和贸易的迅速发展也带来了巨额财富和资源，这为科学技术的投资和研究提供了资金支持。使科学家能够更专注于研究工作，推动了科学人才的发展。同时，商业扩张和海外新发现激发了英国获取更准确自然知识的欲望；海外殖民地的动植物的新发现也引发了科学家构建对于植物和动物的重新分类法；西北航线的寻找和地理发现的不断尝试，发展了与航海和绘图的相关学科。经济需求也引导和促进科学家和发明家将研究兴趣更多地集中在那些最迫切需要解决的问题上。

此外，市场经济制度的确立也为英国的经济发展创造了适宜的环境。公司制开始于 16 世纪，保护包括公司在内的工商业发展，1553-1680 年，先后有成立 49 家公司，其中就包括成立于 1600 年的东印度公司，成为早期股份公司的典型代表(刘益东等，2020)。1653 年英国议会颁布《垄断法》，对发明人基于有效保护，具备了现代专利法的基本要素，专利制度通过行业垄断，对发明给予了有效鼓励，促进了科学创新和技术进步。公司制和专利权制度的建立，保护和刺激了工程师和企业家的积极性与创造性，促成了两者结合，直接推动了经济发展。1694 年，英格兰银行成立并开始发行和公开认购股票，推动了证券发行，并于 1697 年制定了第一个交易规章约束股票发行数额和经纪人的不正当行为。1700 年，发展了包含在普通法中的有效的所有权法，用专利法保

护知识的私有权，排除了要素和产品在市场资源配置中的障碍。

在工业革命前，英国的城市化进程与工业化相互促进，农业革命提供了大量的农产品以支持人口增长，也分流出大量农业剩余劳动力为手工工场提供了劳动力。手工工场最早出现于 14 世纪意大利，但在英国得到大力发展，具体表现为生产规模和技术分工上的进步，已经发展为资本主义性质的生产组织形式，商业资本直接转变为了工业资本。英国也因此成为了以雇佣劳动为基础的新生产方式的先驱[6]。同时，自 16 世纪中叶以来，英国在经济上出现了长期、较快的发展，与其他欧洲国家相比优势明显，城市化程度显著高于欧洲其他国家[7]。城市化也产生经济需求刺激经济增长，对煤炭等能源的需求显著增加，成为手工工场的主要能源，推动了热力学和机械工程学的进步，也为后来的工业自动化和电力工程奠定了基础。以采掘业为例，从 16 世纪末至 17 世纪，矿井深度变化明显，有效开采面临新的技术问题亟待解决。这一时期，与煤矿有关技术困难吸引着发明家的注意力[8]。由

[6] 1840 年前后被机器生产工厂所取代，才进入大机器阶段。

[7] 1600-1800 年间，欧洲的城市化发展主要是英国做出的贡献，如果排除英国，欧洲大陆 1800 年的城市化水平和 1600 年差不多（Bairoch, 1988）。

[8] 16 世纪末到 17 世纪后期，英国的采矿业，特别是煤矿，已发展到单靠人力、畜力已难以满足矿井排水的要求。现实需要促使许多人致力于“以火力提水”的探索和试验。例如，萨弗里制成的世界上第一台实用的蒸汽提水机，在 1698 年取得名为“矿工之友”的英国专利。托马斯·纽科门及其助手在 1705 年发明了大气式蒸汽机，用以驱动独立的提水泵，被称为纽科门大气式蒸汽机。这种蒸汽机先在英国，后来在欧洲大陆得到迅速推广，基于此的产品直到 19 世纪初还在制造。18 世纪末期，瓦特对蒸汽机的改良也是在纽科门蒸汽机的基础上进行的，从 1765 年到 1790 年，他进行了一系列发明，包括分离式冷凝器、汽缸外设置绝热层、用油润滑活塞、行星式齿轮、平行运动连杆机构、离心式调速器、节气阀、压力计等，并最终发明出工业用蒸汽机，将蒸汽机的效率提高至原来的 3 倍多。这些研究不仅改进了生产技术，也推动了物理学和

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

此可见，经济发展提出的问题与技术进步之间存在确定而明显的相关性。

17 世纪后期，英国工业开始崛起，手工业开始逐渐被机械化生产取代，这要求科学家和工程师不断探索新的材料、新的机械设计和新的生产流程，提高能源的利用效率，推动了生产效率大幅提高，促进了科学理论和实践的双重进步。同时，为了解决工业生产中的诸多问题，对科学家和工程师的需求激增，促进了科学教育和人才培养，为科学进步和技术革新提供了强大的推动力，也为 18 世纪中后期开始的工业革命奠定了基础，进而成为英国经济发展、生产方式发生根本变革的关键转折点。

总的来说，英国的农业革命提高了农业生产效率，推动了农业技术的研究和改进，为工业革命创造了条件。贸易与移民的增长为英国带来了巨额财富和资源，促进了科学技术的投资和研究。市场经济制度的确立为经济增长提供了适宜的环境，保护和刺激了工程师和企业家的积极性与创造性，直接推动了经济发展。经济发展和社会变革相互作用，共同推动了 17 世纪英国的科学进步和技术革新，为现代科学的繁荣奠定了基础。

二、以皇家学会为代表的科学组织兴起

在 17 世纪的英国，科学组织尤其是科学学会的兴起，

工程学的发展。

标志着科学进步和人才发展进入了新阶段。其中最为典型的是于 1660 年成立的英国皇家学会（Royal Society），全名为“伦敦皇家自然知识促进学会”（The Royal Society of London for Improving Natural Knowledge），是世界上历史最长而又从未中断过的科学学会[9]。1662 年 7 月 15 日，查理二世在结社的特许状上盖上了国玺，这也被认为是皇家学会的诞生日，隔年，查理二世签署第二道皇家特许状，正式授予了学会名称，这标志着英国科学组织从非正式的学术交流向有组织的科学实践转变。皇家学会也被公认为世界上成员平均智商最高的组织之一，自 1915 年到 1990 年，皇家学会的历任会长都是诺贝尔奖获得者。

皇家学会的成立，不仅是科学共同体形成的标志，也是科学方法论和实验精神的制度化。学会的座右铭为“言语中的努利乌斯”(Nullius in Verba)，意思是“不相信任何人的话”，强调通过诉诸实验确定的事实来核实所有陈述，强调了实验和观察在科学探索中的核心地位，推动了科学方法的革新。学会的任务和宗旨是“提高对自然的认识，包括技术生产、机械实践及实验发明”。后续成立的地方科学社团，例如斯伯丁的绅士社团(Gentleman’s Society at Spalding)、曼彻斯特哲学

[9] 1642 年至 1651 年间的英国内战曾影响了学会的研究活动，皇家学会早期的“无形学院”（见后文内容）曾一分为二，从 1649 年开始在伦敦和牛津两个中心开展活动。1646 年，议会的克伦威尔攻占牛津，议会对牛津各个大学的教师和管理人员做了调整，王党派的知识分子都遭到了排挤。1660 年 4 月，国王查理一世的儿子查理二世回归，他在流亡法国时钻研炼金术，颅骨药等新事物。这位皇室里的“科学怪人”复辟时，财政部里只有 11 磅 2 先令 10 便士，但他仍然带头资助学会，同时鼓励官员们支持英国科学事业的发展。王党派知识分子也重新回归，为创办正式机构创造了奇迹。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

学会（Manchester Literary and Philosophical Society）[10]、伯明翰月光社(Lunar Society of Birmingham)[11]、德比哲学社团(Derby Philosophical Society)都认可这一理念，或将其纳入章程中，或在日常的运作中严格地践行。到 19 世纪末，在英国已有 100 多个科学社团。

英国皇家学会的其前身是一个被称为“无形学院”的由 12 名科学家组成的小团体，起初的交流并无固定的组织形式和规章制度，也成为格雷沙姆学院[12]。这 12 位创始成员并没有意识到自己是在创立一个了不起的机构，更看重科学兴趣，这里只是他们业余聚集的地方。他们总体属于上流阶层，拥有多元的背景，与英伦和欧洲的科学家们保持着密切的联系，他们关注的领域几乎涵盖了现代科学的大部分门类，他们实践着培根爵士[13]倡导的实验科学方法，不求功利地进行各种

[10] 成立于 1781 年，是由工业家和科学家组成的地方性科技团体。近代原子论的创立者约翰·道尔顿（John Dalton）首次宣读有关原子论的论文就是在 1803 年曼彻斯特哲学学会的会议上。

[11] 成立于 1766 年，倡导工艺与和科学相结合，因会员每逢圆月之夜聚在一起确实最新科学理论和技艺而得名。由马修·博尔顿（Matthew Boulton）创立，著名成员有发明蒸汽机的詹姆斯·瓦特（James Watt，与博尔顿合作生产蒸汽机），化学家约瑟夫·普利斯特列（Joseph Priestley），医生、诗人兼博物学家伊拉斯谟斯·达尔文（Erasmus Darwin，进化论创立者查尔斯·达尔文的祖父，也是进化论思想的先驱）等人。

[12] 格雷沙姆学院在 1579 年成立，由一位伦敦富商格雷沙姆爵士建立，他的遗嘱里面写明是要建立一所以自然科学教育为目的的学院并留下了丰厚的遗产。这座学院被称为“无形学院”，也就是皇家学会早期的形态。该学院规定不由教会掌管，而是由伦敦的商业公司、市长和市议员们掌管，可以称得上是当时该学英格兰的科学活动中心。

[13] 皇家学会的早期成员主要受弗朗西斯·培根（Francis Bacon）的科学哲学观影响。培根被认为是英国唯物主义和整个现代实验科学的真正始祖，他提出“知识就是力量”，号召人们去进行观察和实验，创立归纳法，把观察和实验同逻辑思维工具或数学工具紧密地结合起来。培根认为：“探求和发现真理，有且只能有两条道路。一条道路是从感觉和特殊的东西飞跃到最普遍的公理，从这些原理及其不可动摇的真理出发，去判断并发现终极的真理。这是现在通用的道路。另一条道路则是从感觉和特殊的东西经由持续且逐步的上升，最终达到普遍的真理。这是真正的但迄今还未有人踏足的道路。”经验主义哲学的兴起，对科学方法的诞生产生了深远影响。到了 17 世纪七十年代这种影响就逐渐被“伽利略式”的倾向所代替，即运用数学工具来描述、论证和检验自然规律，牛顿的著作就显著体现了这一点。伽利略开创了受控实验，与之相比，培根只是通过实验来归纳出结论，没有认识到数学方法在科学中的重要性，也没有做受控实验，只有通过受控实

似乎毫无意义的探索，但也解决了许多军事、机械、建筑、航海等方面的实际问题。

“知识就是力量。”

——弗朗西斯·培根

科学组织对科学进步和人才发展的影响是深远的。首先，科学组织通过提供资金支持、实验设施和学术交流的机会，为科学家的研究工作提供了必要的条件，并热衷于资助科学家在全球范围内展开探险。例如，皇家学会对科学航海的资助和指导，使得英国的航海探险活动取得了比同时代其他国家更丰富的成果。库克船长的南太平洋探险，就是在皇家学会的支持下，通过精确的测量和观察，为地理学、人种学和天文学等领域带来了重大的科学发现。这些探险活动不仅推动了科学知识的边界，也为参与其中的科学家提供了实践和展示自己才华的机会。

其次，英国科学组织的发展，特别是皇家学会的成立，促进了科学知识的传播和科学实践的标准化，为科学家提供了一个交流思想、分享发现的平台。皇家学会以会章的形式规定科学活动的性质和规范，科学家们不再零散地单打独斗，

验才容易发现量化的规律。传统培根式的经验主义研究方法（受胡克为代表的大多数皇家科学学会会员的推崇）和牛顿的自然哲学研究方法之间的冲突在于：胡克推崇的是在大量严格的观察和实验基础之上，进行归纳并从中认识和理解自然；牛顿则提倡通过实验建立假说，他曾在一封信中提到：“进行哲学研究最好、最可靠的方法是，探索事物的属性，并用实验来证明这些属性，然后进而建立一些假说，用以解释这些事物本身。”

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

科学活动变成一种有组织的社会活动，英国科学家共同体以及英国科学研究体制化也就此形成。通过定期的会议、讲座和实验展示，学会极大地促进了科学知识的传播和科学实践的标准化。1666 年，皇家学会的《哲学学报》创刊，开始公开发表科学家的科学研究成果，期刊为交流和传播科学知识和研究成果提供了新的手段，极大地促进了科学知识的积累和科学思想的交流。

同时，英国科学社团的大量涌现以及在民众中的普及，加上科学的实用主义倾向，也使得科学知识的重要性和科学的实证方法得到广泛认同。最初的格雷沙姆学院就允许任何市民进校听课，不收学费，促进了科学的传播、应用与交流，许多科学家来此讲座、聚会、交流、讨论，成为英国当时的科学活动中心。学术的求知欲已经渗透到普通民众之中，而他们的祖先很少有时间来进行科学的推测或试验。

此外，科学组织通过规范化的科学实践和学术评价机制，不仅推动了科学知识的系统化和专业化，也为科学人才的成长提供了肥沃的土壤，培养了一大批科学人才。皇家学会的会员包括了当时最杰出的科学家，如牛顿、波义耳、胡克和哈雷等，他们的研究工作和科学思想，通过学会的平台得以广泛传播。学会的会议和期刊，为年轻科学家提供了学习和模仿的机会，也为他们的研究成果提供了展示的舞台。这种学术环境的营造，不仅促进了科学知识的创新和技术的进步，

也为科学人才的成长提供了激励和认可。

总的来说，17 世纪英国的科学组织，尤其是皇家学会的成立和发展，对科学进步和人才发展起到了关键的推动作用。它们不仅为科学家提供了交流和合作的平台，也为科学实践提供了规范化的框架。通过资金支持、实验设施的提供、学术交流的促进以及学术评价机制的建立，科学组织培养和激励了一大批科学人才，推动了科学知识的创新和技术的进步。这一时期的科学组织，成为了科学发展的重要推动力，也促进了后续科学共同体的形成。

三、宗教改革和清教主义

在 17 世纪的英国，科学精神与思想文化的融合为科学进步提供了肥沃的土壤。这一时期，科学与神学之间的微妙共识、清教伦理的影响、经验主义哲学的发展以及功利主义和进步信仰的兴起，不仅为科学家提供了精神上的支持，也为科学研究提供了方法论和实践应用的指导，共同塑造了一个对科学探索极为友好的环境，推动了科学创新和技术进步，也使得这一时期的英国成为了科学革命的摇篮，深远地塑造了人类对自然界的理解。

传统观点认为，宗教和科学在历史上必定表现为冲突的关系。17 世纪的欧洲大陆，科学通常成为一种武器，用以对抗神职人员所拥有的特权。而在彼时的英国，科学和宗教之间的关系呈现出不同于欧洲大陆的状态，不仅没有相互对立

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

和冲突，还逐渐相互适应，求同存异，直到融合。这一时期的英国，宗教改革和清教主义的兴起却为科学的进步和发展提供了肥沃的土壤。在确立科学作为一种正在出现的社会体制的合法性方面，清教主义做出了突出贡献。

随着资本主义的发展和资产阶级力量的增强[14]，反映资产阶级要求的思想意识的清教随之诞生。当时的宗教在人们的精神生活中占据着统治地位。自亨利八世实行宗教改革起，英国国教成了国王维护封建统治的工具。16 世纪后半期，清教[15]开始兴起，清教徒则提出了清除国教中天主教残余因素的主张。清教主义的兴起，不仅在宗教领域内推动了改革，也在科学领域内发挥了重要作用。一方面，清教徒反对封建统治的精神枷锁，同时受到以弗朗西斯·培根思想为代表的经验主义哲学的发展对科学方法革新的影响[16]，他们主张科学理性和实验研究能够扩展人类认知的视野，增加对自然的了解，进而加深对上帝的认识，更加感激上帝的创造，增加上帝的荣耀。得益于宗教对于科学的高度赞扬、认可甚至“圣

[14] 将在本章第五部分中作进一步的探讨。

[15] “不奉从国教者”提出了清除国教中天主教的残余因素，其主张被称为“清教”，这些人被称为“清教徒”。清教徒提出了不同于英国国教的新的教义、仪式和组织原则，其实质是反对封建统治的精神枷锁。因此，清教徒曾一再遭到封建统治者迫害。值得注意的是，其他意识形态运动也可能在为提升科学合法性方面发挥作用，只是当时清教恰巧出现在了的英国并推动了科学的体制化。随着现代科学的逐渐确立，当自然科学已经成为英国民众普遍认同的认识自然和世界的基础，神学的地位才逐渐被取代。

[16] 这种哲学观对科学方法的诞生产生了深远影响，为科学方法的革新提供了重要的思想基础。科学家们愈加重视实验和科学仪器，使得科学研究更加严谨和系统化，为科学知识的积累和技术的进步提供了有效的途径。关于培根与科学实验方法，详见本章第二部分的脚注。事实上，培根被有些学者视为经验主义和实验注意哲学的综合者，因为在培根之前，如吉尔伯特（William Gilbert）实际上从 16 世纪末就已经开始发表关于科学方法的论文并亲身实践经验主义（如他的《论磁》），因此可以说，经验主义哲学在英国是有传统的（罗兴波，2011）.

化”，这使得科学在 17 世纪后半期的英国拥有很高的社会地位[17]。

另一方面，英国的自然科学发展也没有推动宗教的“去神圣化”，反而与宗教建立同盟—这种特殊关系为英国的自然科学创造了一个相对轻松的发展氛围，对于英国自然科学的发展起到关键作用。因此，英国在宗教和科学两个方面的发展并行不悖，而是产生了良性互动，即宗教增强了人们对知识的好奇心，科学知识的增长激发人们对自然创造者—上帝的尊崇。因此，我们常能发现那个时期的科学家以宗教为研究的中级目的，比如艾萨克·巴洛（Isaac Barrow）、罗伯特·波义耳（Robert Boyle）和约翰·雷（John Ray）等科学家，他们的科学研究被都看作是为了上帝的荣耀和世人的善行，这种宗教信仰与科学探索的结合，为科学发展提供了道德和精神支持。

此外，清教伦理强调功利主义、经验主义、理性主义[18]等价值观，这些理念与近代科学的精神气质相契合。这些由清教主义所促成的价值体系在无意中增进了现代科学技术的发展，对 17 世纪英国成为世界科学中心提供了精神动力。在当时的皇家学会会员中的 70%清教徒——这一比例远高于清教徒在总人口中的比例。大多数科学家都是活跃的教士，

[17] 当时，英国包括清教在内的许多宗教教派都认可科学对于了解自然而阐明上帝的法则的重要性，并通过积极参与科学事业来提升本教派的社会影响力。

[18] 经验主义和理性主义是 17 世纪英国的两种主要的认识论范式。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

很多教士也鼓励或亲自投身科学事业。同时，清教徒的刻苦勤奋、节制物欲等伦理要求与科研工作所需具备的专注自律、刻苦钻研精神相一致。这种精神上的激励和道德上的约束，为科学人才的培养和科学事业的发展提供了坚实的基础。

清教信条的基本前提之一是严格的功利主义[19]，科学的理性基础已经变成了人有可能控制自然。清教徒主张“善行”，鼓励人们运用科学技术为社会创造更多的物质财富。这种功利主义思想的推动，使得科学得以获得社会普遍的重视和支持，也推动了科学成果的实际应用。虽然科学家们意识到功利性应当被视为科学的副产品而非主要目的[20]，但是在科学尚未获得社会自主性时，对功利的强调确实对科学提供了支持。这种对科学潜在用处的重视，鼓励了科学家将研究成果应用于工业和商业，促进了技术进步和经济发展。

同时，进步信仰在这个时期也扮演了重要角色，它蕴含着乐观主义，科学进展本身为进步信仰提供了基础，而进步信仰又为科学人才从事科学研究提供了精神上的支持，为科学事业发展提供了动力。这一时期，资产阶级的掌权、财富的威望化以及贸易的职业化，都反映了社会对进步和财富增进的追求。这种信仰推动了社会组织的变革和功利主义准则

[19] 在这一时期流行的哲学思想中，也可以看到个人主义、世俗化和功利主义的复合作用。培根“知识就是力量”和知识的基本目的是“增进人类财富”等格言都直观反映了功利主义。他主张人们应把科学的成果应用于工业，并预言自然科学的发展必将导致一系列新的发明，这一系列新的发明将在一定程度上解决人类感受到的贫乏和痛苦。洛克的哲学体系也同样充满了功利主义。

[20] 因为一旦有用性变成科学成就的唯一标准，大量具有内在和潜在重要性的问题就不再研究了，会限制科学潜在可能的发展方向，威胁科学研究作为一种有价值的社会活动的稳定性和连续性。

的应用，为科学发展提供了动力。关于社会变革与科学和人才发展的内容将在本章第五部分进行详细论述。

四、教育体制改革

17 世纪前后，英国通过教育体制的改革，成功培养了一批世界级的科学家，这些科学家的研究成果至今仍对现代科学产生着深远的影响。教育体制变革最显著的特点之一是“双轨教育模式与社会阶层的流动性”。

英国的教育现代化开始于 15 世纪。随着资本主义萌芽和社会经济发展，教会对教育的垄断开始被打破。16、17 世纪，英国教育体制经历了明显的世俗化，科学知识开始广泛普及。1570 年，H·吉伯特构想的国家教育改革纲领，其中包含了数学、医学、军事和法律等世俗学科在内的学术总体机构设计；E·博尔顿于 1617 年提出建立皇家学院；F·基纳斯顿于 1635 年提出建立教授近代科学的学院（谢天冰，1998）。追求科学的势头已在英国形成，为英国的教育发展提供了方向性的指引，也为科学人才的培养提供了土壤。

从教育体制而言，16、17 世纪英国教育开始形成了“公学、文法学校和大学”和“初级学校”的双轨模式（廖廷弼，2007）。上层社会的贵族士绅阶级以及逐步形成的中间阶级[21]的子弟多数进入公学或文法学校[22]。自 15、16 世纪起，在文

[21] 主要由新兴的乡绅、商人、纽曼农以及富有的城市市民家庭等组成。16、17 世纪英国社会普遍被分为四个等级，包含绅士（社会上层）、城市市民、乡村纽曼农、工匠和劳动者（社会底层）。

[22] 公学（public school）即实际上的私立学校，文法学校（grammar school）的数量多于公学，但在师资、规模、教学质量、生源和学生发展方面都逊于公学。公学和文法学校主要课程类似，主要包括文法、逻辑、修辞、算术、天文、几何、音乐七项。其中最受重视的是前三项，都是为了掌握拉丁语开设的课程。主要

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

艺复兴和宗教改革的双重影响下，公学和文法学校的教学思想和内容开始注重理性和实用性，部分学生毕业后有机会进入牛津或剑桥两所大学深造，为国家的政治和科技发展培养了大量精英人才。相比之下，多数下层子弟则进入初级学校，为下层劳动者提供了教育机会，促进了教育在全体人民中的广泛普及[23]，17 世纪也成为 1500 年以来英国文盲率下降速度最快的时期（李远本，2006）。双轨模式既培养了社会的上层管理者，也提高了下层劳动者的素质，为科学革命和工业革命提供了人才储备，契合了时代发展需要。

这一时期，得益于英国经济的发展和人文主义思想的广泛传播[24]，大学打破了其中世纪时期作为教会附属机构、独立于社会之外、主要目的是培养神职人员的状态，大学的社会构成开始变得丰富，来自贵族和平民阶层等世俗人士的学生数量开始增多，成为学生主体。据统计，1575-1639 年的牛津大学学生中，贵族出身的学生占 50%，平民出身[25]的占 41%，

学习内容则为拉丁语和希腊语，目的是了解亚里士多德时期的古代先贤思想，对学生进行启蒙教育，与第三章意大利的“人文主义”有共通之处。

[23] 这里需要说明的是，区分发达与不发达国家的真正区别主要不在于一小批文化贵族的存在与否，而在于教育能否在全体人民中获得更广泛的普及（Bennett, 1969）。初级学校的发展与 16 世纪宗教改革、17 世纪乡村教育发展和英语教育的普及化与官方化、以及印刷术的进步都有直接关系。

[24] 刘贵华（2011）详细阐述了这两方面因素对教育世俗化的影响。16、17 世纪，农业革命、商业革命等带来的经济发展增强了国家的经济实力，君主、世俗贵族、商人等对教育的捐赠力度不断加大，不断投资于学院的建设，出现了捐赠办学的高潮。同时，经济发展增强了约曼农、商人、律师等社会群体的经济实力，他们开始和贵族一样将后辈送进大学，世俗人士受教育的机会大幅增加。在思想方面，受人文主义的影响，贵族开始意识到文化知识的重要性，为了成为完美绅士、巩固社会地位和维持自身统治地位，贵族子弟开始进入大学。对于平民阶层而言，人文主义也为他们提供了重要的思想基础，当大学教育开始成为绅士身份的重要条件，进入大学成为平民进入绅士阶层、实现阶级跃升和职业晋升最便捷的方式。

[25] 这里的平民阶级不是指前文提到的进入初级学校的下层阶级，而是主要指商人、专业人员、纽曼农等上文提到的新兴的中间阶级。

神职人员仅占 9%（Stone,1964)。随着世俗阶级进入大学，学生的职业取向开始发生明显的变化。O'Day（1982）曾统计了剑桥大学四所学院的学生情况，发现在 1590-1640 年间培养的 7039 人中，有 47.5%的人留在学院继续深造，从事学术研究，约 4%选择了世俗职业，成为了医生、律师、教师或进入非国教学院任教，还有近 4%的人获得了政界的职务。虽然仍有超过 40%的毕业生在教会工作，但选择医生、律师、政府官员[26]等工作的比例已经现在上升。就业去向的多样化使得大学与社会的联系更加紧密。通过为世俗社会输送大量管理人员和各类专业人才，大学开始成为社会机构的重要组成部分。此外，贵族子弟的入学还加强了大学与乡村的联系，将大学文化引进乡村，增强了英国文化的同一性；同时也加大了地方对大学的支持力度，强化了地方权力对大学的渗透（刘贵华，2011）。

世俗化趋势使得英国的教育开始关注世俗知识，教育内容开始现代化，兴办与普及科学教育。如本章第二所述，英国皇家学会等科学组织纷纷成立，成为早期传授"新科学"的主要场所，对科学技术研究和普及起到了重要作用。同时，随着英国资产阶级革命的成功和培根唯物主义哲学的兴起，英国大学也积极实行教育内容改革，教育中越来越重视科技相关内容，很多大学纷纷开设了数学、天文学、物理学、化

[26] 据统计，1584 年 460 名国会议员中有 219 名受过高等教育，比例为 48%。而到了 1640-1642 年，552 名国会议员中有 396 名受过高等教育，比例达到了 70%（Jewell, 1999）。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

学、生物学等自然科学课程。例如，正是剑桥大学三一学院的科学讲座引导艾萨克·牛顿（Isaac Newton）进入科学研究的大门。在剑桥求学期间，牛顿学习了数学、物理学、天文学、光学等科学知识，深受剑桥大学首任卢卡斯教授艾萨克·巴罗（Isaac Barrow）[27]的器重，学习了他主讲的希腊文、哲学和数学等课程，并于 1664 年起担任他的研究助理和公费生（sizar）[28]。这里不得不提到导师制。从 1770 年前后[29]，导师制开始成为各大学和学院的一项相对固定的制度。每名导师负责指导 10 名左右学生的学习和生活，除了为学生提供学业上的系统性指导，也负责对学生进行道德约束（Stone, 1975）。总的来说，科学学会的成立、大学教育对自然科学内容的关注以及教育的普及、导师制的普及，培养和造就了以牛顿、波义耳、哈雷、胡克为代表的科学家，他们成为英国科学技术发展的主导力量，为后期的工业革命的兴起与发展奠定了科学知识和科技人才的基础。

此外，在 16 世纪末，英国有大量的医生、牧师、商人去

---

[27] 艾萨克·巴罗是 1664 年任剑桥卢卡斯教授，1672 年任三一学院院长，著有《光学讲义》、《几何学讲义》等书。其中，《几何学讲义》包含了他对无穷小分析的卓越贡献，特别是其中“通过计算求切线的方法”，十分接近微积分基本定理，微积分的最终制定后来由其学生艾萨克·牛顿完成。巴罗是最先发掘了牛顿天赋才能的人，他于 1669 年自动辞去卢卡斯教授之职，并举荐牛顿继任该职位，牛顿担任该职位直至 1701 年。卢卡斯数学教授席位（Lucasian Chair of Mathematics）是英国剑桥大学的一个荣誉职位，授予对象为数理相关的研究者，同一时间只授予一人，此教席的拥有者称为“卢卡斯教授”（Lucasian Professor）。

[28] 这样的学生在剑桥大学和都柏林三一学院一般被称为 Sizar，在牛津大学的一些学院一般称为 Servitor（起初是作为一些贵族子弟或研究院的仆人进入大学的，一般是佃农的儿子，跟随主人一起学习，虽为社会底层却也获得了接受大学教育的机会），他们获得免费住宿（和一些免费餐饮），并且不用支付讲座费用。此外 Nobelman（剑桥大学），自费生 Commoner（牛津大学）或 Pensioner（剑桥大学）、Batteler（牛津大学，介于 Servitor 和 Commoner 之间，需要自己订购食物）等不同学生类型。

[29] 随着世俗子弟尤其是贵族子弟等自费学生人数的增加，这些学生的父母希望大学可以严格管束学生，推动了大学内部管理方面的改革和导师制的流行（刘贵华，2011）。

往欧洲大陆留学。英国著名的科学家，除牛顿外，大都曾到大陆留过学。英国本土与欧洲大陆之间的学术交流和文化交往活动愈加频繁。或通过这些科学文化活动，或通过贸易经由荷兰等第三方国家，意大利文艺复兴时期盛行的柏拉图主义通过各种途径不断向英国扩散。亨利八世支持古希腊文化在英国的传播。同时，大量意大利书籍被搬入牛津大学图书馆，英国也以牛津大学为中心，于 16 世纪末至 17 世纪初达到了人文主义高潮，形成了具有英国特征的人文主义。

五、社会环境变化

本章第三部分谈及教育体制时，我们已经阐述了英国的不同社会阶级以及与之相对应的教育制度安排。16、17 世纪，随着高等教育受众的社会构成的变化，绅士也开始出现下游化的趋势，不仅包括传统的公爵、侯爵、伯爵、子爵、男爵、骑士、准骑士、乡绅等传统贵族，富有的城市市民、纽曼农等传统中间阶级的人和一些成功的商人、律师、官员等也被归入绅士之列。

16 世纪末至 17 世纪初，英国社会进入转型期，社会结构经历了巨大的转折和变革。王室和旧贵族（包括身份集团、权力精英、宫廷、极其富有的土地所有者阶层、出身名门的团队中的最重要的人员）开始衰落，经济实力也不如从前（Stone, 1965）。与之相对应的则是乡绅（gentry）阶级的兴起。乡绅是若干社会等级的混合，至少包括了男爵（baronets）、

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

骑士（knights）、缙绅（esquires）和能被称为绅士（gentlemen）的农场主中的显赫者。17 世纪初，乡绅及其直系亲属人数已经占总人口的 2%左右，他们拥有的财产和政治地位也不断提升，并直接推动了英国议会下议院的成立。此外，包括纽曼弄、城市市民和商人在内的中间阶级也不断发展，通过圈地运动、出租土地等，他们的经济实力大幅提升，部分富有的纽曼农更是直接跻身乡绅阶层。中产阶级的经济实力已经跃升英国各阶层之首。

社会结构的变化在政治方面促进了宪政制度的发展，推动了封建王权的瓦解，为科学的发展提供了更加开放的社会环境。同时，新兴中产阶级将科学活动（包括进入大学学习自然科学有关专业）视为提升社会地位的方式，随着他们的财富增加和地位提升，他们通过赞助等方式为科学发展提供了更多资源，为科学人才创造了更多的机会，为科学事业的发展注入了活力。科学进步又进而为更多之前因宗教、社会出身等因素被排除在传统社会影响力之外的科学家或个人提供了上升通道，也为整个社会提供了新的思维方式和解决问题的方法。

在 17 世纪初，宗教和人文学科还比科学更受人关注。但到了该世纪中期，对科学之于社会价值的认可度已经大幅提升，跃升到了社会价值体系的较高层。与之相伴的是教士等社会群体声望的降低和科学家地位的逐渐上升。如前所述，

绅士等上流阶层对科学、的关注和赞助发挥了重要的作用，科学活动也逐渐成为提升社会地位的工具，这引导更多的人投身于科学职业，这也成为科学在 17 世纪获得加速发展的一个必要条件。通过这一时期的社会职业兴趣数据[30]，可以明显看到对科学相关职业关注度的提高。

以医学为例，根据《国民传记辞典》的统计，从中世纪开始，对医学和外科医生的兴趣就已经变得强烈。17 世纪由于英国内战，人们对外科手术等医疗服务的需求继续增加，与医学有关的职业兴趣也在 17 世纪 40 年代达到高峰，与之相对应的是医生社会地位的大幅提高（Merton, 1970）。值得关注的是，在彼时的英国，医生和科学家的身份往往重叠，医生早期普遍涉猎化学、数学等自然科学领域。这种跨学科的探索精神为科学革命奠定了基础，也促进了科学方法的发展和科学知识的积累。职业兴趣向医生的转移是科学重要性与日俱增的典型案例，也反映出了人们对于提高生活水平的现实主义倾向。

因此，17 世纪前后，从职业兴趣的转移、教士声望的降低、资产阶级的崛起、社会结构的变化，到外来移民和外国商人的贡献，英国的社会环境和社会结构变化在多个层面上共同塑造了一个有利于科学发展和人才培养的社会环境，也促进了科技革命的发生。

[30] 本章第四部分阐述了毕业生的职业选择的世俗化，此处更多从全社会的职业数据上体现对科学有关职业兴趣的增加。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

六、政治制度变革

在 17 世纪的英国，政治制度的演变对科学进步起到了至关重要的推动作用。这一时期，英国经历了从君主专制到君主立宪政体的转变，确立了“王在法下”的原则，并通过《权利法案》限制了王权，保障了议会的权利。这种政治变革为科学精神的培养和科学事业的发展提供了政治制度保障。同时，英国革命后的政治制度和政治环境鼓励了个人主义、功利主义[31]和理性主义，这些理念与科学探索的精神相契合，为科学家提供了自由探索的空间。

17 世纪英国政治体制经历了剧烈变革，其中最为显著的是君主立宪政体的确立和《权利法案》的通过。光荣革命[32]结束了君主与议会之间的长期斗争，“王在法下”原则确立了议会权威，限制了国王权力，国王与议会的关系以法律形式固定，这种权力的平衡为科学探索提供了一个更加稳定和可预测的政治环境，减少了政治动荡对科学研究的干扰，使科学家能够专注于研究。通过限制王权，《权利法案》为人民的权利和自由提供重要保障，其中就包括言论自由和宗教自由。这为科学家提供了表达和交流思想的自由，促进了科学知识的传播和科学方法的发展。

---

[31] 例如，航海法案和对海军和国防事业的重视与投资直接促进了航海技术的发展，也为后来的工业革命奠定了基础。

[32] 是 1688 年英国资产阶级和新贵族发动的推翻詹姆斯二世的统治、防止天主教复辟的非暴力政变，由于这场革命没有发生流血冲突，因此被历史学家称为“光荣革命”。光荣革命标志着英国资产阶级革命的结束（1640-1688），资产阶级革命是以新贵族阶级为代表推翻封建专制统治建立起英国资本主义制度的社会革命，这场革命推翻了封建统治，于 1689 年颁布《权利法案》以法律形式对王权进行明确制约，并确立了君主立宪制。

这一变革不仅重塑了英国的政治格局，也为现代民族国家的发展提供了政治前提，强化了国家作为实现人民意愿的工具，现代民族国家的发展为科学事业提供了政治和经济上的支持，使得科学探索得到了国家层面的认可和重视。同时，国家强大使得科学事业得到了更多的关注和投资。这是英国乃至世界政治的重要进步。此外，英国革命推动了代议制和现代政党政治的发展，为不同政治力量之间的合作与竞争提供了平台，成为现代民族国家中重要的政治力量。英国的政治制度变革为英国社会的稳定和发展奠定了基础，为科学发展创造了一个更加自由和开放的环境和稳定的社会秩序，提供了政治上的支持，为后来的工业革命和现代科学的发展打下了坚实的政治基础。

总的来说，这一时期英国君主立宪政体的确立、权利法案的通过以及现代民族国家的发展，共同为科学探索提供了稳定的政治环境、自由的思想交流空间以及国家层面的支持，为为科学进步和科学事业的发展奠定了坚实的基础。

七、政府激励

17 世纪前后，英国政府通过立法保护、国际合作、人才培养等多方面的激励措施，促进了科学进步和人才发展。在 17 世纪早期，相比科学，英国社会中人文学科仍受到更多的重视。这一情况自 17 世纪中期开始改变，科学开始深受上流社会的喜爱。例如，查理二世本人就对航海很感兴趣。根

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

据 Merton（1970）的统计数据，1651-1675 年间，英格兰精英的职业发展兴趣转变为科学家的比例显著增加。同时期，皇家海军的发展不仅提高了有经过的国家实力和竞争力，其背后也离不开统治者对军事科学与技术、航海、天文学等领域研究的支持。这一时期，随着君主立宪制的实施，议会获得实权，英国的统治者开始通过一系列措施大力支持科学研究和技术发展，吸引国际人才，促进了科学进步和人才发展。新兴的资产阶级开始依靠科学的力量发展生产、改进工艺、积累财富，助推了科学革命和后期工业革命的发生。

英国议会于 1624 年 5 月 29 日通过《垄断法》(Statute of Monopolies）[33]，第一次以法律形式对发明专利予以肯定和保护，发明人可以享有最长不超过 14 年的专利和特权。这是英国历史上第一部专利法，也是现代专利法之始，是第一次以法律形式对发明专利予以承认和保护。它不仅终结了王权在专利上的特权[34]，保护了发明人的排他性权益，也极大地激励了发明创造，促进了新技术的商业化，为科技创新提供了法律方面的保障。因此，该法被描述为“英格兰经济从封建主义向资本主义过渡的里程碑之一”（Johnson，2017），也被视为是英国能够成为第一次产业革命发源地的重要原因（廖廷弼，2007）。在专利制度正式颁布后，英国授予了许多直接

[33] 在英国于 1977 年开始施行《欧洲专利公约》前，它一直是英国知识产权法的坚实支柱。

[34] 专利（patent）最初 Letter Patent（专利特许）演变而来，它由君主颁发，旨在将特定行业的垄断权授予拥有新技术的熟练人员，其初衷是想通过实现英格兰的自给自足和促进新工业来加强英格兰经济，但逐渐发展为一种筹集资金的方式（即想专利持有人收费），开始演变为权势之家劫掠财物的工具，不当垄断也导致了人民怨声载道（杨利华，2009）。

面向社会生产的专利。数据显示，1561-1688 年间公布的 317 件专利中，约有 75%与煤矿工业有关，其他则与农业、制造业、交通运输业有关。此外，英国又在 18 世纪设立了永久性的委员会负责专利审查。据统计，在专利法出台后的两个世纪内，专利申请热情开始高涨，授权量不断增加，到 1850 年，英国的专利授权量已经达到了 513 件每年，英国也经历了发明创造的高峰期（张南，2019）。

此外，如前所述，英国积极开放对外贸易带来了经济增长，促进了早期资本主义的崛起。同时，积极的对外开放政策也促进了外来移民和技术（包括隐形知识 tacit knowledge）向英国的转移，在 16-18 世纪现代早期英国的崛起过程中发挥了巨大的作用。研究表明，从 11-18 世纪，英国曾迎来过四次移民高潮。例如，在 14 和 15 世纪的第二次移民高潮中，佛兰德尔织工就曾因为战争原因选择移居英国城市，带来了新的呢布毛纺技术[35]；在 16 世纪中后期的第三次移民高潮中，欧洲的针匠也因局势动荡移民到英格兰，带来了新的制针工艺；在 17 世纪中期到 18 世纪中期的第四次移民高潮中，法国胡格诺难民、犹太人和荷兰移民带来了手工技能、商业经营技巧和商业资本（王斌，2008；刘景华，2010）

这离不开英国积极采取的对外开放政策。亨利八世自 16

[35] 英国的产业革命之所以开始于纺织业（棉纺，并非毛纺），也离不开大量国外纺织工匠向英国的转移。除此之外，英国国内巨大的棉纺织需求、与毛纺织业的竞争和纺织机械的发展等也都有关键影响（廖廷弼，2007）。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

世纪初继位开始就鼓励技术工匠移民英国，吸引了来自德国、法国、荷兰等国的军事器械、枪炮和盔甲工匠以及纺织工、玻璃工等。1540 年，英国又通过颁布于外来移民永久居住权相关的法律增强了外国工匠移居英国的积极性。得益于积极的宗教开放态度，亨利八世后期、爱德华六世前期以及伊丽莎白女王统治前期，都有不少数量的外国移民都获得了英国国籍。虽然中间曾经历过不少动荡，但到了 17 世纪，更加宽容的宗教原则、持续开放的商业发展需求以及社会对外来移民包容性的增强都鼓励了不同宗教信仰的外来移民来到英国，他们不仅带来了新技术，还提出了一系列的产业发展方案，促进了科学革命和工业革命[36]的发生。此外，英国还通过派科学家（如本章第四部分所述）、医生、商人等到欧洲留学，他们将意大利等国的科学传统和先进科学成果带回了英国。英国的科学社团也成为本国与欧洲科学界联系的桥梁，与法国、德国、荷兰等国的科学家建立了广泛的联系，使得英国科学家能够接触到欧洲大陆的最新科学成果，同时也将英国的科学成果传播到了国外。这些对外合作都极大地促进了英国的科学技术的发展。

八、综合分析

17 世纪的英国崛起成为世界人才中心和创新高地，是在资本主义经济发展和近代国家制度变革的过程中，现实技术

[36] 例如，早期的蒸汽机发明者巴本、滚筒式纺纱机的发明者刘易斯·保罗就都是外来移民（刘景华，2010）。

需求、实验科学精神、科学共同体建设、人才培养体系和社会政治环境逐渐形成合力的结果。经济发展、海外贸易、早起工商业的发展等为科学发展提供了物质基础和需求。而科学组织的兴起，尤其是皇家学会的成立，为科学家交流合作提供了平台，促进了科学知识的传播和科学方法的革新，形成了以观察、实验、记录、发表和讨论为核心的科学实践方式。宗教改革和清教主义的兴起为科学探索提供了精神支持，使探索自然、改进技术和增进人类福祉被赋予道德意义，经验主义、功利主义和进步信仰进一步强化了科学知识与社会应用之间的联系。教育体制的变革培养了大量科学人才，为科学革命提供了智力支持。社会环境的变化，特别是新兴中产阶级的崛起，为科学活动提供了更多资源和机会、扩大了社会基础，科学职业化成为提升社会地位的途径。政治制度的变革，尤其是君主立宪制的确立，为科学探索提供了稳定的政治环境和自由的思想交流空间，知识生产、人才成长和技术改进能够持续展开。政府激励措施，如专利法的实施和对外开放政策，保护了发明人的权益，激励了创新与合作。

总体而言，17 世纪的英国，经济发展和市场扩张提供问题牵引，科学组织和教育体系提供人才与知识平台，宗教文化和思想传统提供精神动力与方法基础，社会结构变化扩大人才来源和社会支持，政治制度与政府激励则保障创新活动持续运行。在这些制度条件相互配合、相互影响的制度组合

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

中，形成了一个良性循环，英国实现了科学人才的持续集聚和科学成果的集中产出（详见表 4-2），也将科学革命进一步推向高峰。

表 4-2 英国在世界人才中心和创新高地时期的有关主要科学家及其科学成就

主要科学家	年份	主要科学成就
威廉·吉尔伯特 *William Gilbert* (1544-1603)	物理学家，在电学和磁学方面有很大贡献。	
	1600	《论磁石》*De Magnete, Magnetisque Corporoibus, et de Magno Magnete Tellure: Physiologia noua, Plurimis & Argumentis, & Experimentis Demonstrata*
约翰·纳皮尔 *John Napier* (1550-1617)	数学家、物理学家、天文学家，发明对数，以及滑尺的前身—纳皮尔的骨头计算器。	
	1614	《奇妙的对数表说明书》*Mirifici logarithmorum canonis descriptio*
托马斯·哈里奥特 *Thomas Harriot* (1560-1621)	英国的天文学家，数学家，翻译家。自 1609 年 7 月以来就通过望远镜观测月球，而且首次创作完成了月球表面的地形图。	
	1610	观察到太阳黑子
	1611	首次完成月球表面地形图
	1631	《分析艺术在解代数方程中的应用》*Artis Analyticae Praxis ad Aequationes Algebraicas Resolvendas*

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

亨利·布里格斯 *Henry Briggs* (1561-1630)	英国数学家，改进了约翰·奈皮尔发明的对数运算，是最早认识对数重要价值的科学家，以毕生精力继承约翰·奈皮尔未竟的事业。在 1617 年就提出 10 作为对数的底，并给出 1000 个数的常用对数表。	
	1624	《对数算术》*Arithmetica Logarithmica*
弗朗西斯·培根 *Sir Francis Bacon* (1562-1624)	哲学家、政治家、科学家、法学家、演说家和散文作家，是古典经验论的始祖。	
	1605	《学术的进展》*The Advancement of Learning*
	1620	《新工具论：或解释自然的一些指导》*Novum Organum: Sive Indicia Vera de Interpretatione Naturae*
威廉·哈维 *William Harvey* (1578-1657)	医生，实验生理学的创始人之一，根据实验证实了动物体内的血液循环现象。	
	1628	《关于动物心脏与血液运动的解剖研究》*Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*
	1651	《动物的生殖》*De Generatione*
托马斯·霍布斯 *Thomas Hobbes*	英国的政治哲学家，研究涵盖历史、几何学、伦理学、物理学、神学及法学等领域，创立了机械唯物主义的完整体系，认为宇宙是所有机械地运动着的广延物体的总和。	

(1588-1679)	1642	《论公民》*De Cive*
	1651	《利维坦》*Leviathan*
约翰·沃利斯 *John Wallis* (1616-1703)	英国数学家，对现代微积分的发展做出了重要贡献，对三角学、几何和无穷级数分析也做出了不小的贡献。	
	1655	《无穷算术》*Arithmetica Infinitorum*
	1685	《代数论》*Treatise on Algebra*
	1695	《数学文集》*Opera Mathematica*
托马斯·威利斯 *Thomas Willis* (1621-1675)	英国医生，皇家学会建立时的会员之一，在解剖学、神经学、精神病学的发展史上有重要作用，是 17 世纪后半叶欧洲医学的主要代表人物之一。	
	1664	《大脑和神经的解剖学》*Cerebri anatome: cui accessit nervorum descriptio et usus*
威廉·配第 *William Petty* (1623-1687)	英国经济学家、医生、科学家和哲学家。英国皇家学会的创始成员之一。英国古典政治经济学之父，统计学创始人，最早的宏观经济学者。	
	1662	《赋税论》*A Treatise of Taxes & Contributions*

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

	1690	《政治算术》*Political Arithmetic posthum*
托马斯·西登汉姆 *Thomas Sydenham* (1624-1689)	“英国医学之父”、“英国的希波克拉底”，倡导基于观察和经验的诊断和治疗。为现代循证医学的形成奠定了基础。	
	1666	《发热的治疗方法》*Methodus Curandi Febres*
	1676	《医学观察》*Observationes Medicae*
罗伯特·波义耳 *Robert Boyle* (1627-1691)	提出波义耳定律（Boyle’s law），在化学和物理学研究上都有杰出贡献，被称为化学科学的开山祖师、近代化学的奠基人。	
	1661	《怀疑派化学家》*The Sceptical Chymist*
	1662	用他自己发明的真空泵确定气体的体积和压力成反比（波义耳定律）。他还确定声音不会在真空中传播。
艾萨克·巴罗 *Isaac Barrow* (1630-1677)	剑桥首届卢卡斯教授，1672 年任三一学院院长，是最先发掘了牛顿的人。对无穷小分析做出了卓越贡献。曾编译过欧几里得、阿基米德、阿波罗尼奥斯等希腊数学家著作，其中欧几里得的《几何原本》作为英国标准几何教本达半个世纪之久。	
	1659	翻译欧几里得《几何原理》为拉丁文

	1660	翻译欧几里得《几何原理》为英文
	1669	《光学讲义》*Lectiones Opticae*
	1670	《几何学讲义》*Lectiones Geometricae*
罗伯特·胡克 *Robert Hooke* (1635-1703)	物理学家、博物学家、发明家，提出了描述材料弹性的基本定律，即胡克定律，设计制造了真空泵，显微镜和望远镜。	
	1665	《显微制图》*Micrographia*
	1676	提出胡克定律 *Hooke's law*
詹姆斯·格雷果里 *James Gregory* (1638-1678)	苏格兰数学家、天文学家。他最早证明微积分基本定理，并发明了最早的反射望远镜（格里望远镜）。	
	1661	《光学的进展》*Optica promota*
	1667	《论圆和双曲线的实际求积》*Vera circuli et hyperbolae quadratura*
	1668	《几何的通用部分》*Geometriae pars universalis*
艾萨克·牛顿 *Sir Isaac Newton* (1642-	主要贡献：阐述了万有引力和三大运动定律，奠定了现代物理学和天文学，为现代工程学打下了基础。建立了经典力学的基本体系。通过论证开普勒行星运动定律与他的引	

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

1727)	力理论间的一致性，展示了地面物体与天体的运动都遵循着相同的自然定律；为太阳中心学说提供了强而有力的理论支持，是科学革命的重要代表。	
	1671	《流数法》*Method of Fluxions*
	1687	《自然哲学的数学原理》*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* 标志着经典力学的诞生
	1704	《光学》*Opticks*
爱德蒙·哈雷 *Edmond Halley* (1656-1742)	天文学家、地理学家、数学家、气象学家、物理学家，将牛顿定律应用到彗星运动上，计算出哈雷彗星的公转轨道，并预测该天体将再度回归。	
	1701	《太平洋与大西洋磁极航线图》*General Chart of the Variation of the Compass*
	1705	《彗星天文学论说》*A Synopsis of the Astronomy of Comets*

这一时期英国的科学发现和制度创新对后世产生了深远影响。牛顿的力学定律和波义耳的化学理论，直接推动了现代科学体系的建立。工业革命的早期迹象，如纺织业的机械化，也为后续工业革命进程的加速埋下了伏笔。教育体制的变革，比如大学课程中科学内容的增加，为现代社会培养专业人才的方式奠定了基础。政治上的君主立宪制，为其他国家提供了限制君权、保障公民自由的范例。这些深刻的变革不仅对英国本土的繁荣与发展产生了持久的效果，更是在全球范围内促进了科学、技术和社会的持续进步。由此，英国不仅在17世纪成为世界科学中心、人才中心和创新高地，也为近代科学制度化、技术产业化和现代创新体系的形成奠定了重要基础。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

第五章 第三个世界人才中心与创新高地：18 世纪的法国

18 世纪被称为启蒙时代，法国是这个时代欧洲启蒙运动的心脏，也是科学与艺术革命的摇篮。这个时代见证了众多思想巨匠的诞生。伏尔泰的犀利讽刺、孟德斯鸠的法理思想、卢梭的社会契约论，这些思想家的作品不仅启迪了法国，催生了影响深远的社会变革，影响了整个世界。拉瓦锡的氧化理论奠定了现代化学的基础，拉普拉斯的天体力学为天文学的发展提供了新的视角，傅里叶的热传导理论则为物理学开辟了新的研究领域。他们不仅塑造了法国的现代面貌，更为世界留下了宝贵的精神和科学财富。本章将将深入分析 18 世纪前后，法国如何通过思想启蒙、政治变革、科技体制重建等，成为彼时世界的人才中心和创新高地，至今仍在全球科学发展进程中占据领先地位。

一、启蒙运动的兴起

启蒙运动是 17-18 世纪发生在欧洲思想界的一场深刻变革，其主张个体权利与自由思想，反对迷信和专制，并有力推动了科学知识的传播和普及。17 世纪，法国的理性主义开始兴起。笛卡尔哲学强调以理性作为认识世界和判断真理的基础，主张通过系统怀疑摆脱盲从权威和成见束缚，并以清晰、明白的观念重建知识体系。这种方法论上的怀疑精神和理性主义立场，虽然仍主要停留在哲学认识论层面，却为后

来法国思想界反思神学权威、经院传统和旧制度秩序提供了重要思想资源。到了 18 世纪，启蒙思想家进一步将笛卡尔以来的理性精神从认识论领域扩展到社会、政治、宗教和教育领域，把理性、经验、批判和公共讨论作为改造社会的重要工具。以孟德斯鸠、伏尔泰、狄德罗、卢梭等为代表的一批思想巨匠高举科学和民主旗帜，通过削弱宗教势力、反对封建迷信等方式为自由思想和科学活动争取了生存空间，使得法国逐步成为欧洲启蒙运动的中心，为人类思想解放与科学进步做出了不可或缺的贡献，为法国大革命的爆发奠定了必要的理论基础（Israel, 2006; Darnton, 1996）。

在法国启蒙运动中，“百科全书派”的思想家们成为了一个显著的标志。“百科全书派”的核心是以狄德罗[1]为首的唯物论者，他们反对封建特权制度和天主教会，孕育了资产阶级务实谋利的精神。以资产阶级的自由、平等为奋斗目标，以“理性”为旗帜，以无神论为武器，对封建的国家制度、伦理道德及作为其精神支柱的宗教神学，进行严厉的批判和彻底的否定。他们反对封建特权制度和天主教会，向往合理的社会，认为迷信、成见、愚昧无知是人类的大敌。主张一切制度和观念要在理性的审判庭上受到批判和衡量。他们推

[1] 狄德罗对哲学、文学、戏剧、美学等都有许多杰出的贡献。作为哲学家，他倡导形而上学辩证法和认识论、唯物辩证主义和契约论；作为美学家，他提出“美在关系”说，《论美》是建立唯物主义美学的一次重要尝试。作为戏剧家，他的戏剧创作思想，即关于创立“严肃剧种”的理论，在文学史上产生了划时代的意义。作为小说家，他“开创了现代小说的先河”。代表作有哲学著作《怀疑者漫步》，小说《拉摩的侄儿》，论文《哲学沉思》等。在一定程度上，狄德罗脱离了 17、18 世纪机械唯物论而开始向辩证法迈步，为德国古典哲学中的唯心主义辩证法和马克思主义唯物辩证法的诞生提供了直接的思想来源。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

崇机械工艺，孕育了资产阶级务实谋利的精神。

“百科全书派”的创立者及《百科全书》（Encyclopédie）主编狄德罗，从 1751 年起召集了来自哲学、军事、科学、医学等多个领域的大学问家，历时 30 余年编撰了对整个世界产生重大影响的《科学、艺术和工业百科全书》（王绍超，2024），带给人们掌握理性知识及思考的方式方法，使人们逐步懂得凭借理性来判断事物并反抗封建专制和宗教迷信，这部著作被后世赞誉为“众书之书”[2]。不仅如此，这一时期还有一系列对世界产生重大影响的经典著作相继问世，如孟德斯鸠的《论法的精神》、伏尔泰的《哲学辞典》、卢梭的《社会契约论》等，这些著作对启蒙运动的发展做出了不可磨灭的贡献（Darnton, 1996； Chartier, 1991）。

在百科全书派的努力下，启蒙运动继而转变为一场泽被深远的社会运动，为现代国家熔炼新的意识形态资源。科学技术革命成果在欧洲大陆的传播，不仅间接启动了法国启蒙运动，也在该运动深入发展阶段扮演着重要角色。作为启蒙运动的教科书，《百科全书》在法国担负着重要使命。它有效地使近代科学革命的成就和现代社会理念得以彰显，同时也引导着批判的、自由的理智主义。为了落实这个使命，诸多学者和思想家受到激发并参与其中。他们为思想的自由进行辩护，尝试改变传统思维方式。随着《百科全书》的传播和

[2] 百科全书是记录人类过去积累一切知识门类或某一知识门类的工具书。百科全书在规模和内容上均超过其他类型的工具书。百科全书的主要作用是供人们查检必要的知识和事实资料，其完备性在于它包容了各种工具书的成分，囊括了各方面的知识，被誉为“没有围墙的大学”。

启蒙运动的推进，新的观念和意识形态在法国逐渐确立起地位。启蒙运动的核心思想是“理性崇拜”，用理性之光驱散愚昧的黑暗。这次运动有力批判了封建主义，宗教愚昧，宣传了自由、民主和平等的思想，推动了一次思想大解放，为民族创造力的发展准备了条件，促进近代科技进步。

二、政治变革与国家治理

18 世纪大革命前夕，法国专制统治的失控显著。各方面因素共同促成了专制主义统治的崩溃，为大革命的爆发埋下了伏笔。政府不断变换法律规章，不断变更执法的方法，但很少进行必要的改革，或者很少将已经开始的必要改革坚持到底，政府名誉和法律规章威信扫地，甚至执法人员也轻视这些规章与改革。据托克维尔[3]的研究，当时法国的法律规章极端不稳定，法令朝令夕改，“法律的这种不断变动最能说明地方自由被贬低到何种程度”。政府对公共舆论的控制也力不从心。法国的民众在现实政权领域毫无权利可言，但是在民间的政治文化方面却表现得非常活跃。尽管 18 世纪书报审查制度[4]非常严厉，但著名旅行家阿瑟·扬在法国看到，“在巴黎，一切都在沸腾，每时每刻都有一本政治小册子问世：

[3] 托克维尔是法国历史学家、政治家，社会学（政治社会学）的奠基人。主要代表作有《论美国的民主》《旧制度与大革命》。

[4] 与许多西欧国家一样，法国的书报审查制度可以被追溯到中世纪，当时由天主教教会支配的巴黎大学神学院（即索邦）负责检查手抄本是否被正确誊写。在精神高度一致化的中世纪社会，一种自行审查的共识使得异端思想难以传播。因此，从十一世纪思想复兴到十五世纪危机，权威思想在中世纪很少遭受严重攻击。然而，随着 1455 年以来古登堡发明的铅活字印刷术的不断进步，特别是 1517 年以来路德开启的宗教改革的持续发展，各种对既存秩序不满的新思想风起云涌并迅速传播，严重威胁了教会权威对思想文化的控制权。因此，作为教会权威应对挑战的一种反应，严格意义上的书报审查制度应运而生。同时，绝对王权强势崛起，为完成民族国家的统一，它日益插手书报审查事务以从教会手中夺取对思想的控制权。因此，在十六至十八世纪的旧制度时期，法国逐渐确立了一套极为复杂的书报审查制度。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

每周甚至发行 92 册”（卢少鹏&杨芳，2011）。许多启蒙思想家们在出版违禁作后吃了不少苦头，书籍遭到查封或焚毁，但这个时代同时也是启蒙思想深入人心的时代。

与此同时，民众对王权日益蔑视与冷漠。1757 年法国发生了达米安谋杀案[5]，谋杀对象为国王路易十五，表达了民间对专制王权的仇恨；国王作为普通人的形象出现在人们的各种日用品上[6]，“王室”一词经常被店铺老板随意作为招揽顾客的招牌[7]，国王成为一个和普通大众毫无二致的平庸形象；1789 年的陈情书中不断提出“国王要由人民来认可的观念”，而且这种观念不断得到人们的首肯，在民间开始形成从学理的高度批评、质疑甚至反抗王权的社会风尚和争取自由、平等的社会思潮。

而将君主权威神圣化的教会也开始走向衰落，民众的宗教热情开始降温。宗教书籍的销售剧减，人们对科学和艺术方面的书籍更感兴趣；定期参与集体性宗教活动的人数日益减少，在巴黎不到一半，小城镇也只有 2/3，非宗教化的社会倾向被一些神父归咎为城市的世俗化，他们察觉这种亵渎神灵的思潮像“传染病”似地传染给乡村的农民，甚至教会里的教士；教会招募神职人员开始感到困难，尽管教会培养神

[5] 1757 年 1 月 5 日下午，路易十五返回特里亚农宫。在国王准备踏入马车时，达米安突然冲开国王卫队的警戒圈，接近国王身边后将刀刺入其右肋。当时，路易十五流血甚多，认为自己命在旦夕，指派王储总摄政事。但最终国王伤势不重。1 月 14 日他开始重新执掌朝政。刺杀没有造成任何直接的重大政治后果。但在绝对主义君主制的意识形态下，在时人眼里，攻击国王是对整个社会主流伦理和现存秩序的挑战，事件在社会中产生了巨大的心理震荡。

[6] 日用品包括钱币、家用器皿和经济版图等。

[7] 招牌如“王家肉店”、“王家火腿”、“王家汤茶”等。

职人员的待遇比以前优厚，但上层社会的子弟不再像以前一样热衷于此职，神职人员开始“乡村化”、“平民化”和“老龄化”（卢少鹏&杨芳，2011）。

18 世纪末，法国大革命（1789-1799 年）爆发。这是一场深刻的社会革命和政治革命，推翻了旧制度，结束了君主专制和封建等级体系，确立了以自由、平等和博爱为核心的现代民主思想。法国资产阶级革命的一个重要特点是自始至终都有一大批著名科学家是这场革命的积极参加者和组织者。大革命彰显了科学家的关键推动作用，使科学成为一门专门职业，极大推动了法国成为世界科学和人才中心的进程，并给欧洲其他国家的当权者和百姓带来启示与鼓舞。1799 年，拿破仑·波拿巴成为法兰西共和国的第一执政。他不仅是一名卓越的军事家，对科学和文化也极为热爱和关注。他时常与法国的科学家们探讨科学问题，28 岁时荣获法兰西学术院院士，他深谙科学对一个国家兴衰的重要影响，重视科学和教育事业的发展。

拿破仑十分重视科学。拿破仑懂得科学的价值，他鼓励新发明，推广新技术。比如，当英国的报纸还在讨论种牛痘会不会对人有害时，拿破仑就号召法国人接种。英国科学家戴维用电解法制取了金属钾和钠，1808 年，拿破仑在英法两国交战的情况下，还给戴维颁发了奖章，以表彰他在电化学上的贡献。1798 年 3 月 5 日，拿破仑被任命为埃及远征[8]军

[8] 拿破仑远征埃及和叙利亚，拿破仑·波拿巴率领法国远征军于 1798-1801 年对土耳其奥斯曼帝国属的埃及

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

总司令，他赋予了这次远征以科研的性质，在世界战争史上十分罕见。拿破仑在远征埃及时，随军带有大量的科学家和工程技术人员。所带图书中有荷马的诗集、维吉尔的诗集，有卢梭的《新爱洛绮丝》和歌德的《少年维特的烦恼》，有《圣经》、《古兰经》、《吠陀经》以及孟德斯鸿、伏尔泰的著作。在战争中使用庞大的科研队伍和图书资料，让战争带上科学研究的性质，在拿破仑之前是亘古未有的。在远征途中，拿破仑十分爱惜文人学者，为保护科研人员的生命安全，还专门发布了一项“让驴子和学者走在中间”的特殊命令（张世均，1996）。这批科学家们带回了大量珍贵的资料。

执政期间，拿破仑颁布了一系列法律和政令以推动经济和社会改革，并任命一批科学家、经济学家和专门人才担任政府机构的高级官员，让广大科学家的才能充分施展。拿破仑在他执政时期的元老院中，安排了化学家、数学家、天文学家、哲学家、作家、画家的席位。很多对革命有贡献的科学这都得到任用，如雅各宾派的三大首领之一同时也是物理学家的让·保尔·马拉，积极参与国防事业的组织工作的蒙日和贝托莱。数学家拉格朗日、博物学家多帮通、化学家富瓦鲁等著名科学家也参与国家大事。另外，拿破仑不但重视本国的科学家，也同样重视外国的科学家。1800 年，意大利物理学家伏打发明了“伏打电堆”，拿破仑得知后非常高兴，

和叙利亚进行的争霸战争。1797 年第一次反法联盟瓦解，法国全力对付英国，企图占领苏伊士地峡，切断英国通向印度的道路，把埃及变为进一步东进的基地，组建东方军团出征埃及。

邀请伏打访问巴黎，不仅亲切接见了伏打，还授予金质奖章并颁发奖金，同时接纳其为法国科学院成员。德国物理学家克拉尼也曾受到过这种厚待（王骁勇，1992）。

在拿破仑统治法国的时代，尽管国际局势动荡不安，但得益于拿破仑对科学技术的重视，法国的科学事业空前繁荣。在数学方面，拉普拉斯、蒙日等学者使法国遥遥领先于世界。法国的物理学家和化学家也同样人才辈出，成就辉煌，有著名的马吕斯、贝托莱和泰纳尔等人。在自然科学方面，法国对人类的贡献也是前所未有的，在拉马克以后，继起的居维叶和若弗鲁瓦·圣伊莱尔又名噪一时。法国科学成就的取得，很大的功绩是拿破仑重视科学技术的结果。

三、社会结构的转型

法国制造业的兴盛得益于金融业和商业的发展。法国的金融业与法国的包税制关系密切。在 18 世纪前半叶，法国的包税制使得包税人从中获得巨大利润。随着制度的巩固，这些包税人[9]演变成实力强大的金融家，其势力在转入 18 世纪后不久达到顶峰，他们强大得足以被称为国中之国。以至于在 18 世纪的法国，几乎所有的大门都向财富敞开着。在

[9] 包税人，指法国封建时代受王室委托承包征收间接税的人。13 世纪初开始出现。16 世纪时国王为筹措应付紧急情况的费用，实行包税制。由王家司库同一个或多个承包人签约，承包人预先一次将税额交给国库，取得王家税收权，再向纳税人征收。16 世纪末期起，包税权逐渐集中某些包税人手中。初将某项税单独承包给包税人。1681 年路易十四的财政总监树尔磨尔建立包税总会，将一年 5600 万利佛尔的各种同接税一并交给一批富商、金融家承包。1691 年成立了包税人公司，负责管理征税事宜。1726 年包税总会改组，由财政总监同其一位代表签订承包合同，为期六年，其余包税人作保。法国大革命中包税制被废除。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

商业领域，由于路税、七年战争以及殖民地的丧失，法国国内外贸易受到很大影响。但是在这个时期，法国对欧洲各国的贸易却大幅增加。从 1716-1787 年的 70 余年里，法国的对外贸易由 1.766 亿英镑增加到 8.043 亿英镑，增长了 4 倍多（威尔·杜兰，1999）。法属西印度的贸易使波尔多和南特等港口日益繁荣扩大。南特成了奴隶贩子的大本营；随着贸易的发展，海港商人的财富已能和金融家们的财富比肩。

工业的发展、金融业的兴旺以及贸易的发达，引起中产阶级人数越来越多，势力也越来越大。尤其是到了 18 世纪后半期，由于越来越多的中产阶级被委以公职，中产阶级在政府中的队伍也膨胀起来。暴富了的中产阶级开始凭借自己的财产干预政权，其中一个典型例子是，路易十五开始依赖银行家巴利斯兄弟的支助，尤其是依靠巴利斯·迪韦尔内。他在战争期间，以其财政手腕取悦蓬巴杜夫人，左右大臣和将军们的升迁贬降（卢少鹏&杨芳，2011）。这场经济巨变中渐渐走向贫弱的贵族世家，艳羡富有的中产阶级，这就为渴望荣誉与身份的金融家提供了机会，他们的女儿和侄女们纷纷嫁入名门贵族。

在这样一种社会巨变之下，社会上渐渐形成一种金钱万能的风气和办事原则。军政官职均可用金钱换取。启蒙思想家孟德斯鸠就曾以六十万镑左右的高价卖掉了他的波尔多议长一职。到舒瓦尔时期[10]，上尉军衔和御前秘书这样的职

[10] 舒瓦瑟尔公爵，法国将领，政治家、外交官，法国国王路易十五时期的重臣。1758 年至 1770 年任国务

位均可在市场上随意购得，而御前秘书一职是通向贵族阶层的一个普通途径。金融家们为了自己的下一代有机会被提名为地方行政长官，替他们购买行政法院审查官的职务（乔纳森·德瓦尔德，2008）。一个新的贵族阶层——中产阶级正在兴起，向穿袍贵族和配剑贵族的垄断地位提出了挑战。

18 世纪法国社会的巨变还体现在城市人口、市政建设和城市文化方面。这一时期，法国乃至整个西欧的人口都在飞速增长。1725 年前后，法国约有 2400 万人，其中约 400 万人生活在 2000 人以上的城市，城市化率约为 16%。到 1789 年前后，法国人口增至约 2800 万—2900 万，城市人口约 500 万，城市化率接近 18%。巴黎作为首都和全国最大的政治、文化、金融中心，18 世纪末人口约 60 万—65 万，在法国城市体系中具有压倒性地位；里昂等地方首府也持续发展，旧制度末期人口超过 15 万。与此同时，2000 至 10000 人的中小城市数量活跃增长（约翰·巴克勒，2005），反映出反过法国人口增加、商业交换扩大和城市文化传播加快的总体趋势（Mckay et al, 2003; Benedict, 1990; Dupâquier, 1988）。

随着法国城市人口的快速增长，市政建设得到重视且发展迅速。以前的城市，在人们的观念里，是肮脏破旧、疾病衍生之地；现在启蒙思想家们就城市如何发展达成了一个基本的共识：城市要保持干净整洁、空气要流通：“人们从来没有如此关心过开阔街道、建筑码头、扩大和增添公共市场，

大臣期间，他极大的影响着法国的政策。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

远迁公墓、屠宰场和家禽场，总之一句话，让空气流通，保持路面干燥，防止污垢造成危害”（威尔·杜兰，1999）。在18世纪，巴黎和一些外省城市都出现了一批优美的住宅和建筑。

在城市规模飞速扩大、商品交换日趋频繁的同时，城市文化也日趋丰富多样，推动着整个社会朝着文明、开化的方向迈进。表现之一，在法国出现了一个不断扩大的普通读者群。根据资料显示，1600年，每6名法国男子中仅有1人会简单书写，而到了1800年，2/3的法国人都能识字，在某些发达地区，识字率更高（约翰·巴克勒，2005）。其主要的飞跃出现于18世纪。随着人们识字率的提高，社会上渐渐形成了良好的阅读风尚。这可以通过书籍的出版和报刊杂志的发行体现出来。

18世纪，法国的书籍出版业非常繁荣。从世纪初到70年代早期，书籍出版迅速扩张，出版的书籍数量急剧增加，到1788年达到顶峰。出版的书籍种类也呈直线上升趋势[11]；还有大量质疑和批判正统秩序的违禁读物[12]。读者拥有的书籍性质也发生了变化，主要表现在宗教书籍直线下降[13]。城市中（包括巴黎和外省）拥有书籍者呈上升趋势[14]。法国报纸

[11] 18世纪初法国每年出版1000种书籍，到1775年，增加了3至4倍。

[12] 违禁读物在国外（瑞典和荷兰）出版然后偷运回境内或是以手稿形式流传民间。

[13] 17世纪末各种宗教书籍占巴黎出版物的1/2，到18世纪80年代只占1/10；取而代之的是科学和艺术方面的书籍。

[14] 1700-1750年间，上升了1倍；从1770年起，更是急骤上升。甚至在巴黎，1780年有40%的仆人和35%的伙计都拥有书籍，而世纪之初此百分比分别仅为20%和13%。

和杂志的数量、规模及其出版次数增速明显。18 世纪初，法国定期出版物数量有限且受政府严格管制，至 18 世纪中后期，期刊数量明显增加。据 Censer 统计，1745 年法国持续出版三年以上的定期刊物约 15 种，到 1785 年增至 82 种[15]（Censer, 1994）。1777 年，法国第一份日报《巴黎日报》（*Journal de Paris*）在巴黎创刊。18 世纪 80 年代，大多数外省市镇以及某些小市镇都有了自己的报纸（威廉·多伊尔，2009）。报纸、杂志和公共读物的出现和扩展表面，阅读风尚正在形成和大众文化日趋活跃[16]。

法国出现了许多为普通读者提供阅读场所的机构。按门槛的高低依次分三类，即外省学院、私人文学社团以及公共图书馆。18 世纪外省学院的数目不断增多[17]。这些学院内都设有图书馆和阅览室。不过这些学院专为高层次的文人而设，排外性强，不向普通读者开放。门槛比之低些的是私人文学社团[18]，设有图书馆和阅览室，还举行公共讲座讨论时事。门槛最低的是公共图书馆和阅览室，普通读者只要交纳极少的钱就可以阅读到该国几乎所有最新的出版物（威廉·多伊尔，2009）。沙龙则主要盛行于上流社会和知识精英。18 世纪的沙龙[19]已经不再仅仅满足于文字游戏，朗诵、信札和箴言，而

[15] 这里的定期刊物包括报纸、杂志、评论刊物、公告类刊物等，并不等同于现代意义上的狭义报纸。
[16] 1758 年《百科全书杂志》中的一句话恰好印证了这一点：“以前杂志只给那些有学问的人看……现在人们什么都读，什么都想读”。
[17] 外省学院 1710 年仅有 9 个，1750 年上升到 24 个，1789 年达到了 35 个。
[18] 私人文学社团在 18 世纪的法国相当繁荣，从 18 世纪中叶到 1789 年，大约有 40 到 55 个。
[19] 1610 年至 1660 沙龙就已流行。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

是成了信息交流、思想交锋、集体批评、论文讨论、思想传播的场所。它和新的社会实践、新的出版物打破人们的思想禁锢，造成信仰危机，一方面促进人们疏离教会的说教，一方面拉开他们和王权的距离，并对旧制度的根本信任发生动摇（让·皮埃尔里乌，2006）。此外，不同社会和职业背景的人在沙龙这个较为平等的公共空间里，以对话、交互的方式进行交谈，摒弃了专制主义的独白式的、等级式的交谈形式。自由、平等的交流氛围淡化了身份差异，打破了传统的等级观念和性别歧视。另一个活跃的城市文化形式是城市集市[20]。

这些不同的城市文化共享形态让 18 世纪的法国城市生活更加丰富多彩、人们的知识视野迅速扩大、信息交流日趋迅捷。一方面，人们越来越形成共同的观念和行为方式、等级身份意识越来越淡化，自由平等的意识开始觉醒。另一方面，人们的世界观发生了翻天覆地的变化，为各种新思想的产生和传播提供了良好的渠道。

四、经济制度的发展

18 世纪初，学术奖金系统开始在欧洲逐步形成。以 1731 年伦敦皇家学会设立的科普利奖章为代表，法国的年度征奖也起到了重要的示范作用。18 世纪中期，奖金系统已成为各种学院或学会的重要特征。法国大革命后，巴黎皇家科学院重组成为法国的国家科学院，恢复并完善了原有的奖金系统。

[20] 巴黎的“新桥”和它之后的“王官”是最典型的集市，被比喻为“巴黎的心脏”，三教九流都会经常光顾这里，融入到这种公共文化氛围中。在 18 世纪中叶，这个公共空间“是一个集节目、娱乐、赌博、工艺、炫耀、推销在一起的世界”。不同阶层的人在这里共享着流行的街头文化（让·皮埃尔里乌，2006）。

科学院首先恢复了由国家出资设立的年度“大奖”仍以征奖形式运作。每年，科学院在数学和自然科学领域选择征奖问题，邀请科学院外部的研究人员进行解答。该奖项的参赛者必须匿名提交论文，由于征奖问题一般较难，只有少数参赛者能如期提交解答，获奖者往往是年轻的学者。除了“大奖”，还增设了由私人捐赠奖金称为“普通奖”，这些奖项或是慈善性捐款，或是旨在纪念捐赠人的家族，或为了促进某些学科的发展。“大奖”和“普通奖”都有共同的特点：授出的奖章数目较少，主要用于奖励最杰出的研究成果，希望对其他人产生促进作用（赵万里，2000）。

随着社会对科学兴趣的增加，仅限少数精英的荣誉奖项逐渐显现出不足之处。很多出身普通家庭的科学家在做出优秀工作并获得奖项和社会地位之前，需要更多的资助来维持生活和开展研究。随着私人资助的增加，传统的荣誉性奖金逐渐转变为更具货币性质的奖项体系，以满足科学发展的需求。其中，1820 年蒙顿男爵的慈善捐款，加速了奖金体系的货币化。按照遗嘱，这笔资金被用于设立医学奖励基金，以奖励在内科、外科以及公共健康领域做出贡献的研究。1825 年授出首届蒙顿医学奖，此时基金的年息已达 2 万法郎，数额之大远非其他奖金（包括“大奖”）所能及。科学院对这笔巨额奖金作出了创新安排。首先，蒙顿奖不仅设立了高荣誉性的主奖，还设立了若干次级奖项[21]，得以奖励更多的研究

[21] 1825 年到 1842 年，科学院共授出 28.3 万法郎的蒙顿医学奖。其中 6.8 万（占 25％）用于授出 8 枚主奖

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

者。主奖仍沿用传统的奖章形式授予，次等奖则授予数目不等的货币奖金，从而吸引了更多的科研人员参与。其次，蒙顿基金的年息未被完全用于医学奖，转而用于资助科学院的刊物和对科学家的研究工作进行“鼓励性支持”，不仅限于医学领域，其他学科的研究者也开始受益（Crosland & Gálvez, 1989）。

蒙顿基金首创的奖金货币化先例为科学院突破传统的奖励概念并拓展奖金系统的功能开辟了道路，并对其他奖金产生了显著影响。其后新设立的奖金大多从一开始就授予获奖人货币奖金而不是传统的奖章。时，除了政府资助外，借助私人赠款，科学院得到了更为完整的社会支持（政府和个人）。这一转型过程不仅提高了科研工作的社会效益，也改变了学术奖励体系的运作方式。

此外，这一时期，英法还达成了贸易协定，这是法国在旧制度末期的一次重要抉择，也是法国将对外政策、对外经贸关系与产业进步的考量结合起来的重要体现。1786 年 9 月 26 日，莱纳瓦尔与伊登分别代表法、英两国签署《伊甸条约》（Eden Treaty），并于 1787 年 5 月 10 日生效。该协定规定法英两国相互承认对方最惠国地位，大幅降低双边关税，多数商品税率维持在 10%-12%之间，但某些商品仍属禁止贸易范围（康波，2009）。相关条款也处理了诸如走私、旅游签证、私掠、战时商业行为等问题。法英贸易协定促进法国与英国

奖章，其余 21.5 万则用于一百多项次等奖金的授受（赵万里，2000）。

商贸往来和科技合作，这不仅可以缓解两国紧张的关系，而且可以为法国产业发展创造和平环境，最终有利于法国巩固其在欧洲大陆的主导地位。韦尔热纳伯爵是该协定在法国的推动者之一，他希望来自英国的巨大压力将倒逼法国产业界采纳新型机器，改进制造工艺，提高生产效率（Harris, 1998; Nuvolari et al., 2023）。

英法贸易协定生效后，法国部分产业很快感受到来自英国工业品的竞争压力。1787—1789 年间，英国棉纺织品大量进入法国市场，使法国北部、东北部和西北部一些地区受到冲击，其中上诺曼底、皮卡迪等棉纺织业较集中的地区，产量一度下降约四分之一至三分之一。但法国纺织业并未因此全面衰落，一些具有比较优势的部门仍保持了较强竞争力。例如，高档精纺羊毛制品和亚麻布生产继续拓展海外市场，蕾丝等奢侈纺织品在贵族投资推动下仍具有出口优势，成为法国对英贸易中的重要产品。与此同时，法国红葡萄酒和白兰地对英国出口明显增长，重化工行业也依托理论研究和技术进步保持了较强竞争力（姚大志&孙承晟，2020）。

面对英国工业品竞争带来的压力，法国并未单纯采取防御姿态，而是尝试通过技术引进、人才流动和产业政策调整加以应对。政府一方面鼓励关键产业领域的技术人员、发明家和企业家赴法工作，另一方面放宽外国人在法国设厂和经营的限制，试图借助外来机器、工艺和技能提升本国产业能

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

力。1788—1789 年前后，英国制造的先进纺织机械陆续进入法国，不少地区开始出现新式纺纱设备，棉纺织业的机械化水平有所提高。贸易开放带来的竞争压力，在一定程度上推动了法国对英国工业技术的吸收和再组织。

部分政府机构和企业家也积极参与技术引进与扩散。面对英国技术优势，一些地方政府通过提供资金、津贴和配套支持，帮助企业购买先进设备、引进技术人员，并推动新机器和新工艺在本地传播。亚眠商会主席摩根就是较具代表性的案例：他自 18 世纪 60 年代中期起引进英国珍妮纺纱机和相关技术人员，随后又在 80 年代末雇用更多英国工人，建造机器、培训法国技工，并较早在法国使用骡机和水力飞梭，使其产品质量接近英国同类产品。类似的技术学习和模仿过程也在皮卡迪、上诺曼底等地区出现。由此看，英法贸易协定虽然冲击了法国部分传统产业，却也为地方政府、企业家和技术人才推动机械化改造提供了契机，促进了英国工业技术在法国的转移、扩散和本土化改造（姚大志、孙承晟，2020）。

五、创新激励政策与皇家特权制度

18 世纪法国的发明家可以获得皇家特权，并通过垄断经营获利。旧制度时期的特权种类繁多，适用范围被限制在整个法国或某个地区。行会由拥有相同技术的工匠或制造商组成，维持着特定行业的稳定。与发明家相关的特权涉及在行会[22]之外工作的权利、免税的权利、开发和经营的排他性权

[22] 第三章意大利章节也提到过行会。与之类似，行会是同一行业的手工业者或商人，为保障本行业的利

利等。某些特权可以追溯到中世纪，被授予旅行商人和手工艺人，发明家也同样有机会获得此类特权。在某种意义上，法国的皇家特权可视为现代发明专利的前身。

行会与发明家之间的斗争促使发明审核制度的建立。新技术很可能导致产品价格波动，挑战相关行业的格局，这可能导致发明家和行会的关系紧张。特权会禁止行会妨碍发明家活动，而行会通常会反对发明家申请特权证书，拖延发明特权的生效。这类情况促使巴黎高等法院建立委员会或任命专人在特权颁发之前对发明进行审核。创建于 1722 年的商业局成为受理发明家特权申请并提供财务支持的主要机构，负责分析申请书并撰写报告。商业局成员除财政总监、政府顾问外，主要成员是商业监督官，负责收集不同行业的情报并上报商业局，该机构的工作对法国产业发展和技术发明起到了积极的推动作用（姚大志&孙承晟，2020）。1730 年后，皇家科学院成员参与商业局工作，但两者审核遵循不同原则，皇家科学院原则上鼓励新事物且对待技术发明的态度更友好，而商业局考虑资源公平分配（Hilaire-Pérez, 2000；Dolza & Hilaire-Pérez, 2002）。

技术发明政策在 18 世纪中期变化，1762 年出台的皇家法令明确了发明家的法律地位，皇家特权是对个人能力的承认，发明家可以凭借个人才能，而不是世袭地位和贵族身份，

益而建立的封建性团体。行会有严密细致的章程，对内保证会员权利义务均等，对外实行垄断。通常所说的行会，主要指手工业行会。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

从制度层面获得国家的保护和社会的承认，并从中寻求商业机会。随着启蒙运动影响，专利制度开始与贵族世袭制逻辑分离。

皇家特权与现代发明专利有根本区别，是国王恩典而非自然权利。如果发明家接受某项发明的皇家特权，那就等于承认该发明从根本上并不属于他自己所有。只有在大革命当中，财产权被确立为是一项自然权利之后，发明特权的性质才可能出现转变。同时，预先审核制度意味着法国很大程度上并不依赖市场力量来评判发明。精英科学家在一定意义上握有预先评判发明的权力。如果将发明家视为创造者，知识产权被看作自然权利，就像私人财产一样，那么专利并不必然要求事先的审查。1791 年 1 月颁布的法令规定，各行业的新发明或发现，都是其发明者或发现者的财富。同年 5 月的颁布的法令规定，发明专利可以仅向国王提出申请，专利局只负责注册，专利权的获得不须通过事先审核，标志着专利权观念转变（姚大志&孙承晟，2020）。大革命期间，塑造现代专利权的过程中，皇家特权观念被放弃。虽然国家在科技发明事务中的角色转变，但积极介入科技发明的治理传统没有改变（Hilaire-Pérez, 2000）。

六、教育体系的变革与重构

从世界科学中心的历史演变规律看，教育繁荣是推动形成世界科学和人才中心的前提条件也是至关重要的因素。18

世纪前的法国，国民教育由教会组织主导，被贵族阶层垄断，具备极为浓厚的宗教色彩[23]。旧制度下的传统大学本质上是教会大学，神学院在其中占有重要地位。学校教育的核心内容并非传授文明发展所需的科学知识，也非培养科学素养，而是让宗教神权得以巩固。教育体系为当时的社会结构服务，贵族和教会精英则通过控制教育体系维持其统治地位。

法国大革命是法国教育改革的催化剂。革命政府废除了教会对学校的控制，强调教育的世俗性和普及性。革命政府认为，教育是实现自由、平等和博爱的关键工具，因此需要彻底重构国家的教育体系。革命政府通过颁布一系列法律，推动了教育的普及。同时，教育内容发生了深刻的变化。之前以神学为主的教育体系逐渐被理性和科学的教育内容所取代。随着启蒙思想的推进，法国的教育逐步开始注重自然科学、数学、物理学和历史等学科的教学，尤其是数学和科学在革命后得到了高度重视，成为现代教育体系的核心内容之一。这一时期教育体系的变革很大程度上提升了民众的科学素养和文化水平，教育从教会体系中渐渐剥离出来，逐步建立起覆盖完整的教育体系（Rüegg, 2004; Gillispie, 1980）。

[23] 17 世纪，法国的各级教育仍在天主教会的控制下。初等教育的主要内容是识字、教义问答和祈祷。但一些新教派也通过开办学校传播本派的教义。在创办教育的过程中，新教派与天主教教派有很大的不同。如詹森派反对教育中对儿童的横加指责和滥用惩罚的做法，要求教师以温和的态度对待学生。同时，在教育中重视数学以及地理和历史知识的教学，反对单纯注重拉丁语，强调学习本民族语言和用民族语言进行教学。一些新教教派还采用实物教学，注重发展学生的智力等。这一时期，法国的中等教育主要是耶稣会中学和文科中学，教学内容主要有拉丁语和“七艺”等科目，经院主义气息浓厚。法国的高等教育也处于教会的管辖之下，大学排斥新教徒的现象非常普遍。如从 1638 年起，大学停止向新教徒颁发学位。一些新的思想，如笛卡尔和卢梭的思想也禁止在大学传播，大学只允许开设一些数学或自然科学的讲座。法国近代科学和教育的发展是相当缓慢的。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

1793 年，法国境内大学关停。为接续在大革命中被废除的传统教育机构，1802 年颁布“教育基本法”[24]，1806 年 5 月，在法国教育家福克鲁瓦的推动下颁布了《有关帝国大学的构成法》，设立“帝国大学”作为国家教育管理机构（冯典，2015）。帝国大学并非现代意义上某一所大学，而是法国国民教育体系和教育行政体系的总称，其管辖范围涵盖高级中学、高等专科学院以及相关教育机构，承担教育行政管理和高等教育组织双重职能。自那时起，法国的高等教育机构开始朝着世俗化的方向推进。在帝国大学里，校长直接对皇帝拿破仑负责。全体教职员由校长任命。他们都是国家的官吏，由政府发给薪俸。退休后可领取退休金。帝国大学对各地学院实行扁平式管理，而大学体系则呈现出金字塔的高级结构（姚大志&孙承晟，2020）。在此之后，尽管法国的政权频繁更替，但教育体制大体保持了相对的稳定。

1808 年的《大学组织令》进一步完善了这一体系。该法令将法国划分为 40 个大学区，并要求各大学区设立公立中学和高等专科学院，从组织上打通中等教育与高等教育；同时，将大学层次的专科学院划分为科学院、文学院、医学院、法学院和神学院等类型，削弱天主教人员对大学运行的主导

[24] 公共教育基本法亦称“共和十年花月法”。法国拿破仑政府 1802 年 5 月 1 日颁布。主要内容：建立一个统一集中的国家教育行政系统，这在 1806 年和 1808 年的法令中得到进一步充实，并体现在帝国大学的建立中；中等教育由国家管理，并列入国家教育系统，促进国立中学和市、镇中学的建立与发展；恢复教会对初等教育的控制，但要求教会与国家保持一致，向国民灌输效忠思想，拿破仑与教会于 1801 年签订的《教务专约》即以法令形式使之得以确定。法令促进了初等教育的发展，但亦增强了教会对学校教育的影响。

权，使其置于国家行政体系之下。法令还确立了严格的人事任命制度，帝国大学的最高行政长官由拿破仑亲自任免，学院领导、中央和地方的督学则由大学行政领导指认，学院的教授资格要求是 30 岁以上的法国公民，任命需要通过巴黎中央政府的教育行政机关。1795 年被关闭的巴黎高等师范学校也因这次改革对大量中学教师的需求而在 1808 年重新启用[25]（姚大志&孙承晟，2020）。

作为法国大革命的终结者与大革命成果的巩固者，拿破仑也十分重视教育。拿破仑被誉为第一位认识到科学价值的统治者，其重要思想之一就是“要求教育为国家服务”，注重培养具有国家意识的公民和能为国家服务的技术性人才，推动教育内容与国家战略相结合，并进行了一系列重要变革，建立了集中统一的领导体制，为法国日后的科技进步提供了有力支撑。除了在 19 世纪初期重组了法国高教机构，拿破仑还特别重视多科工艺学院的建立，称巴黎多科工艺学院是能为他下金蛋的母鸡。拿破仑还提出了教育必须“普及全国”，实行全民接受教育的思想，并且使教育成为“政府首先要关心的事”（张世均，1996）。

这一时期，法国还涌现了卢梭、孔狄亚克、爱尔维修等一大批优秀的教育家，营造了“人人都可接受教育”的社会氛围。大革命期间形成的“自由、平等、博爱”的价值观对法国

[25] 1808 年 3 月 17 日，关于建立帝国大学的法令发布。该法令提到在巴黎建立一所寄宿制学校，以训练学生们在未来教授文、理科知识的技艺。这一般被视为拿破仑重建巴黎高等师范学校的文件。19 世纪的巴黎高等师范学院在某种意义上也可被划归到帝国大学体系中。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

教育界产生深远的影响。1882 年法国颁布《费里法案》[26]，确立了国民教育义务、免费、世俗性的三原则，废除了教会对学校监督的特权，更大范围保障了儿童受教育的权利（王绍超，2024）。这些都为法国国民教育的发展奠定了基础，打造了培育未来顶尖科学家的摇篮。

除此此外，工业化和大革命也促进了高等教育变革。18 世纪，法国工业化开始起步，其标志是新技术的采用和手工工场的集中化。18 世纪末的法国大革命确立了以自由经济为基础的经济秩序，为法国资本主义发展开辟了前景，为经济长期发展奠定了基础。面对工业化的冲击，法国成立了科学院专门从事科学研究工作，同时把大学改造成为高等专门学校，培养工业化所需的各种专业人才。法国新设置的高等专门学校标志着近代法国工程技术教育的开端。

法国高等专业教育部门，即所谓的“大学校”，是法国现代教育体制中最具特色的办学模式，它与综合性公立大学分属两套不同的高等教育体系。相较而言，它明确支持专才教育，强调效率和实干。同时，规模更小、专业性更强，更重视教学与实践的结合，以培养高级技术人才而闻名。法国大革命时期，动荡的国内政治和社会状况、紧张的外部地缘政治局势，以及英国工业革命的冲击等，使得法国急需高级工

[26] 1881 年和 1882 年，法国教育部长费里两次颁布有关初等义务教育的法令，史称“费里教育法”。法令规定，儿童 6－13 岁为义务教育阶段，初等教育和师范教育实行免费；重申教师任教须获得国家颁发的证书；要求学校不得饰有宗教标识，不得开设宗教课，但允许假日在校外接受家长所希望的宗教教育。这些法令加强了国家对教育的领导。总之，费里教育法体现了法国教育义务、免费和世俗性的三原则，为法国国民教育的发展奠定了基础。

程技术人才。国家通过改造旧机构和建立新学校，确立了以工程技术教育为核心的大学校体制，该体制将培养国家急需的科学专家置于优先地位，每一所学校都有着明确的定位，并受到国家相关部门监管。

大学校从一开始就在法国科教体制中获得了极其重要的地位。著名的大学校有巴黎理工学校，培养工程师；巴黎高等师范学校，培养科学、教育干部和公务人员；巴黎矿业学校、巴黎路桥学校、巴黎炮兵学校等都是著名的“大学校”。18 世纪，法国共建立了高等专门学校 72 所，分布于军事、工程、水利、采矿、医学、文学和音乐等科学领域。在大学校体制内部，综合理工学院及其众多应用学校组成的“综合理工体系”居于核心地位。综合理工学院建立于 1794 年，是最负盛名和权势的教育机构，为现代法国的自然科学和工程科学发展奠定了基础。在开办时，教师队伍就集合了当时法国科学界的重要人物，如拉格朗日、蒙日、普罗尼等世界级的数学家被吸纳进入教育科研体系，他们不仅在数学理论上有所建树[27]，还将自己的研究成果通过教育传授给学生，推动了数学理论的迅速传播（Langins, 1990）。

[27] 法国是顶尖数学家的摇篮，至今仍处于世界领先地位。笛卡尔、拉格朗日、傅里叶、拉普拉斯、柯西等数学大师都诞生于法国，他们在微积分、解析几何、概率论、数论等数学的关键领域做出了重要贡献。以 18 世纪为例，欧拉和拉格朗日等人的工作标志着微积分历史上的一个转折，他们将函数放到了中心地位，并建立在函数微分的基础之上，大大丰富了函数概念。18 世纪还成长起一系列新的数学分支，如偏微分方程论、变分法等，这些新的分支与微积分一起，形成了被称之为“分析”的广大领域。概率论得到发展。拉普拉斯等人的著作讨论了概率论对多个领域的应用，将概率论建立在坚固的数学基础上，使得概率论在 18 世纪不再是只与赌博问题相联系的学科。数学与其他科学相互结合。数学与力学的结合成为 18 世纪数学的一个鲜明特征，几乎所有的数学家都致力于运用微积分解决物理、力学问题，如欧拉在流体力学和刚体运动方程的贡献，拉格朗日的《分析力学》将力学变成了分析的一个分支。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

同时，学生则通过全国性考试选拔进入综合理工学院，成为代表共和国的新精英。学生在综合理工学院学习基础科学，包括数学、理论力学、物理学和化学，合格后进入某一所应用学校继续专业学习，专攻相应的工程学科。可供综合理工毕业生选择的应用学校，包括培养民用工程师和军事工程师的桥路学校、矿业学校、火炮与工程学校等。应用学校同样接受一到两家政府部门的监管。从综合理工学院及其应用学校毕业的学生通常会成为一名国家工程师，在随后的职业生涯中，一部分人将会走上行政管理岗位（姜曼&周朴，2019）。

大学校的建立明显继承了启蒙运动的思想精神，打破旧制度各学科之间互相分离的态势，让自然科学与工程技术建立起联系的纽带，并且提供了一批面向科学家和数学家的教职岗位，消除了先前教会对教育和思想活动的垄断。在随后的一个世纪，巴黎理工学院成了整个欧洲工程师学校的典范，成为现代高等教育的指明灯。

帝国大学和大学校两套高等教育体制并存的独特形式在拿破仑时代实行。在 19 世纪的大部分时间中，二者之间存在竞争的同时也不乏交流，学者的教学活动可以跨越制度的边界，譬如泊松、柯西等人同时担任巴黎综合理工学院和巴黎的理学院教授，但教学目标的根本差异使得帝国大学在资源获取、教师待遇、招生质量上相较大学校在很长的时间

内都处于劣势。其客观原因在于帝国大学以各地方学院的形式存在，相较集中在巴黎的大学校在地理位置上存在天生不足，而主观因素则是原则上倾向通识教育为主的帝国大学缺乏培训职业人才的社会声望，资本雇主们大都认为帝国大学的毕业生在实践上缺乏经验，这种社会偏见也使得帝国大学也难以撼动大学校的主导地位。

18 世纪法国的教育改革具有深远的历史意义。首先，它推动了教育的普及化与世俗化，突破了教会对教育的垄断，使得教育不再仅仅服务于贵族和教会，普通民众也开始有机会接受教育。其次，教育内容的转变，从神学教育向科学教育的转型，使法国的教育体系逐渐与现代科学知识接轨，为后来的科技创新与文化繁荣提供了基础。此外，教育改革还加速了法国社会的现代化进程。通过培养具有独立思考能力和创新精神的公民，教育为法国社会的民主化提供了有力支持。尤其是在拿破仑时代，教育被视为国家战略的重要组成部分，推动了法国经济、文化和科学技术的快速发展。

七、科学组织的建立与发展

科学的繁荣需要科学家，同时也需要能够集聚众多科学家的人。以科学家为中心，这一时期也出现了非正式的学术共同体组织。最为著名的之一便是梅森学院。马林·梅森是 17 世纪法国著名的哲学家和数学家，他通过定期在自己的寓所举办“科学沙龙”以及同欧洲科学家们进行书信往来，与科学

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

家们共同探讨各类科学问题，交流发明成果，与笛卡尔、费马、托里拆利、帕斯卡和惠更斯等欧洲多国的卓越科学家建立了密切联系。当时欧洲尚未形成官方的科研机构和学术刊物，国际学术交流也较大程度受到客观因素的制约。梅森为欧洲众多数学家和科学家们提供了交流平台和桥梁纽带，他的寓所也被誉为“梅森学院”,是“有定期学术刊物之前的科学信息交换站”（王绍超，2024）。梅森去世后，聚会经常在时任国务会议参事的蒙特摩家中举行，在他的提议与推动下，1666 年巴黎科学院[28]成立(McClellan, 1985; Gillispie, 1980)。

到了 18 世纪末至 19 世纪，大革命后，传统学术机构在功能和特征上都有很大变化。从路易十六时期开始，科学就日益成为一项国家支持的事业，而不再局限为个人出于兴趣而投身其中的私人活动。在大革命的动乱中，旧体制遗留下的学术机构因其历史和阶级属性遭到了质疑，首当其冲是巴黎皇家科学院，其被视作是精英主义和贵族化的象征而于 1793 年遭到国民公会废止。随后 1795 年上台的热月党人意识到科学的重要性，将包括巴黎科学院在内的所有曾被取消的文化学术团体组织在一起，成立了“国家科学与艺术学院”（Institut National des Sciences et des Arts），后又在 1816 年，经调整改组为“法兰西学院”（Institut de France），法国科学院作为其下属五个学院之一，一直延续至今。

[28] 在最初的 30 年里，法国科学院的活动并没有步入正轨。直至 1699 年，年轻的国王路易十四赐名这个组织为“巴黎皇家科学院”（Académie royale des sciences de Paris），并提供了丰富的赞助。

此外，原先隶属于巴黎皇家科学院的巴黎天文台也于1795年7月划归至新成立的经度局下管理，其目标依旧是发展天文学。天文台的成员任免由上级直接决定，并领取薪水，台长及经度局局长作为行政职位则采用任期一年的轮换制，天文学家们的研究具有完全的自主选择权，不受行政的干扰。在随后的时间里，天文物理学家阿拉戈用偏振测光方法拍摄出了第一张太阳的照片，并成为了该机构最具影响力的领导人。在旧体制的机构中，只有皇家植物园逃脱了被取缔的命运，雅各宾人肯定了它的价值，将其改组为国家自然历史博物馆以继续发挥其作为教育机构对药学、博物学的作用。1793年的章程中明确了该机构的五个主要任务[29]。行政制度方面，博物馆接受教授自治委员会的管理，该机构成立之初的 12 个成员席位中有博物学家圣伊莱尔、解剖学佳居维叶以及进化论先驱拉马克等法国顶尖学者，他们共同选举馆长，任期一年（姚大志&孙承晟，2020）。由于博物馆拥有当时高水平研究团队和丰富的物质条件资源，这一机构在 19 世纪上半叶进入了黄金时期。随着科学技术专业化程度的提高，以学科为着眼点的全国性专业学会逐渐进入人们的视野。皇家巴黎农业学会初创于 1761 年，在大革命期间更名为法国农业学会，它是最早成立的全国性专业学会之一。随后，覆盖各个学科的全国性专业学术组织陆续建立，比较均匀地分

[29] 国家自然历史博物馆的五个主要任务包括保护保护巴黎和其他 12 个主要地区的约 6700 万件标本藏品；传播科学文化；关注动物学，植物学和矿物等领域的研究；开展科学教育，授予硕士和博士学位；丰富科学专业知识。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

布在 19 世纪各个时期。

八、综合分析

18 世纪法国成为世界人才中心和创新高地，与启蒙理性、国家治理、社会结构、经济需求、创新激励、教育体系和科学组织等多重因素的相互作用、协同推进密不可分。启蒙运动首先为科学发展提供了思想前提，笛卡尔以来的理性主义传统经由百科全书派扩展为一种批判旧制度、传播科学知识、重估人才价值的社会力量，进一步推动人们反思教会、贵族和旧制度秩序，并推动了教育体系、社会结构等一系列的转型。政治变革则为这种思想解放提供了制度出口，打破了教会和等级制度对教育、职业机会和知识生产的限制。拿破仑时期的国家治理重构，又把启蒙理性、军事需求、行政改革和工程建设连接起来，通过科学院、综合理工学院、应用学校和奖励制度等，把科学研究、人才培养和国家需求组织在同一套制度框架中。与此同时，金融、商业、制造业和城市文化的发展，使中产阶级壮大、阅读群体扩大、公共讨论活跃，社会结构转型又进一步扩大了知识传播和人才成长的社会基础，使科学逐渐进入更广泛的公共生活。

总体而言，18 世纪法国的崛起是多种因素相互作用、相互促进的结果，推动涌现出一批具有世界影响的科学家和思想家，取得的一系列科学革命和技术创新成就。拉瓦锡奠定现代化学基础，拉格朗日、拉普拉斯、傅里叶等推动数学、

力学、天文学和物理学发展，启蒙思想对现代民主政治的塑造等等，不仅深刻改变了法兰西的发展路径，也对全球的科学发展与技术变革产生了深远影响、提供了重要而宝贵的历史经验。随着 18 世纪的结束，19 世纪的德国开始在科学、工程和哲学领域展现出新的领导力，继续推动着人类知识边界的拓展。表 5-1 列举了 18 世纪前后法国的主要科学家和主要科学成就。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

表 5-1 法国在世界人才中心和创新高地时期的有关主要科学家及其科学成就

主要科学家	**年份**	**主要科学成就**
加斯帕尔·蒙日 *Gaspard Monge* (1746-1818)	推动了几何学的发展，包括画法几何学、空间解析几何学、纯粹几何学等；在物理学、化学、冶金学、机械学方面也取得了成就。	
	1755	《曲面的解析式》
	1788	《静力学引论》
	1798	《画法几何学》
	1802	《代数在几何学中的应用》
	1805	《分析在几何学中的应用》
让·巴普蒂斯·约瑟夫·傅里叶 *Baron Jean Baptiste Joseph Fourier* (1768-1830)	主要成就有热的传导理论、傅里叶变换等。在研究热的传播时创立了一套数学理论，推导出著名的热传导方程；求解该方程时发现解函数可以由三角函数构成的级数形式表示；最早使用定积分符号，改进了代数方程符号法则的证法和实根个数的判别法。	
	1822	《热的分析理论》

奥古斯丁·路易斯·柯西 *Augustin Louis Cauchy* (1789-1857)	著名的多产数学家，在单复变函数、分析基础、极限论的功能、常微分方程、弹性力学数学理论等领域都作出贡献，主要成就有柯西极限存在准则、柯西不等式等。	
	1821	《代数分析教程》
	1823	《无穷小分析教程概要》
	1826	《微积分在几何中应用教程》
约瑟夫·路易斯·拉格朗日 *Joseph-Louis Lagrange* (1736-1813)	关注数学分析，在数学、力学和天文学三个学科中都有重要贡献。在数学、变分法、微分方程、方程论、数论和函数等方面都有所成就，提出成就有拉格朗日中值定理等；关于月球运动、行星运动、轨道计算、两个不动中心问题、流体力学等方面的成果，在使天文学力学化、力学分析化上起到了历史性的作用。	
	1760	《关于确定不定积分式的极大极小的一种新方法》
	1763	《月球天平动研究》
	1772	《论三体问题》

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

	1772	《关于一阶偏微分方程的积分》
	1772	《一个算术定理的证明》
	1785	《一阶线性偏微分方程的一般积分方法》
	1788	《分析力学》
皮埃尔-西蒙·拉普拉斯 *Pierre-Simon marquis de Laplace* (1749-1827)	研究主要集中在天体力学，把牛顿的万有引力定律应用到整个太阳系，提出拉普拉斯定理。	
	1796	《宇宙体系论》
	1799-1825	《天体力学》
	1812	《概率分析理论》
安托万-洛朗·拉瓦锡 *Antoine-Laurent de Lavoisier* (1743-1794)	“现代化学之父”，将化学从定性转向定量；提出氧化学说；帮助构建了度量体系，编写了第一份广泛的元素清单，并帮助改革化学术语；改进定量分析方法并用其验证了质量守恒定律，他称为“物质不灭定律”。	
	1777	《燃烧概论》

	1789	《化学基本论述》
克劳德·贝托莱 *Count Claude Louis Berthollet* (1748-1822)	和拉瓦锡共同制定了沿用至今的化学命名法。研究方向是染料和漂白剂的研究，发现氯气具有漂白作用。	
	1803	《化学静力学》
	1789	与拉瓦锡合著《化学命名法》
	1801	《化学亲合力定律研究》
让·巴蒂斯特·拉马克 *Jean-Baptiste Lamarck* (1744-1829)	最先提出生物进化的学说，是进化论的倡导者和先驱。	
	1778	《法国全境植物志》
	1801	《无脊椎动物的系统》
	1809	《动物学哲学》
	1817	《无脊椎动物自然史》
乔治·居维叶 *Georges Cuvier* (1769-1832)	解剖学和古生物学的创始人。建立了灭绝的概念；提出“器官相关”律；提出了灾变论。	
	1797	《动物学初阶》

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

	1800-1805	《比较解剖学讲义》
	1812	《四足动物骨化石研究》
	1817	《动物界》
	1826	《论地表的革命》
	1828	《鱼的自然历史》
乔治-路易·勒克莱尔·德·布丰 *Georges-Louis Leclerc de Buffon* (1707-1788)	坚持以唯物主义观点解释地球的形成和人类的起源，对自然界作了唯物主义的解释，根据大量的实物标本作推论。	
	1749	《自然史》

第六章 第四个世界人才中心和创新高地：19 世纪的德国

19 世纪至 20 世纪初是欧洲工业革命与科学革命深度融合的转折期，德意志在这一进程中逐步崛起为新的世界科学和人才中心。这个长期处于邦国分裂、政治割裂和社会等级束缚之中的地区，并没有像意大利那样凭借地中海贸易和文艺复兴率先点燃近代科学的火种，也没有像英国那样依靠商业革命、经验主义和科学学会率先建立现代科学共同体，更不同于法国以启蒙理性、国家科学院和大革命后的制度重塑推动科学繁荣。德国的崛起，发生在危机与重建的夹缝之中。拿破仑战争的冲击打破旧秩序，普鲁士改革开启国家自我更新，德意志统一塑造统一市场和国家能力，工业化进程不断提出新的技术需求，古典哲学、新人文主义教育和洪堡大学理念为科学赋予了独立价值和制度形态……在这些因素的共同推动下，德国不仅塑造了“科学帝国”的黄金时代，崛起为 19 世纪的世界人才中心和创新高地，这一时期的各类科技人才以及他们所创立的学术范式，至今仍在世界范围内持续保持着影响力。

一、思想革命与知识观重塑

在社会政治经济还处于落后地位时，德国的思想启蒙和革命成为了科学和社会进步的重要动力来源，古典哲学与新人文主义教育思想相互交织，推动德国社会重新理解知识、

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

理性、自然和人的发展。从康德到黑格尔的德国古典哲学[1]，尤其是自然哲学[2]的发展，对德国近代教育改革、科学发展和社会进步产生了显著影响（Beiser, 2002；Pinkard, 2002）。

德国古典哲学的兴起，首先体现为对传统知识权威和认识方式的深刻反思。康德是古典哲学的创始人，也是启蒙哲学的最后人物。18 世纪末开始，康德完成了《纯粹理性批判》《实践理性批判》和《判断力批判》等 3 部著作，形成了批判哲学[3]体系，带来了一场哲学革命，将哲学的核心问题从“世界本身是什么”转向“人如何可能认识世界”。批判哲学是对人类理性能力进行自由、客观而冷静的剖析和探究的哲学。康德所倡导的理性自律、批判精神和主体能动性，已经开始把科学从形而上学的桎梏和神学的浪漫主义中解放出来。科学开始摆脱对自然现象的零散观察和服务于宗教解释或实用目的的技术活动，逐渐被理解为一种以理性、方法和系统性为基础的自主知识活动。

以康德提出的潮汐假说和星云假说为基本内容的天体演化学说为例，这对当时的科学思想有直接的启蒙作用，对

[1] 德国古典哲学是 18 世纪末至 19 世纪上半叶的德国资产阶级哲学。它提出了包括认识论、本体论、伦理学、美学、法哲学、历史哲学以及政治哲学等领域的各种重大问题和范畴，标志着近代西方哲学向现代西方哲学的过渡。是马克思主义的三个来源之一。德国古典哲学的最大成就，是从世界观的高度用辩证法代替了形而上学。德国古典唯心主义哲学家反对把世界看作固定不变、没有矛盾的东西，而把它理解为具有矛盾发展的不断变化的运动过程，这就从根本上推翻了长期以来统治人们头脑的形而上学世界观。

[2] 自然哲学是现代自然科学的前身，主要是思考人面对的自然界的哲学问题。包括自然界和人的关系。人造自然和原生自然的关系。自然界的最基本规律等。其中很多理论都奠下了物理学的基石。很多近代的名人，如英国科学家牛顿、德国哲学家黑格尔都曾为自然哲学编写过著作。

[3] 康德哲学是对近代唯理论和经验论的清算和发展，他认为唯理论主张真理出自理性，知识是从先天的公理中推演出来的，这样不足以说明知识的丰富多彩，而经验论只承认感觉，否认理性的推演作用，无法说明知识的普遍性和必然性。唯理论和经验论者犯的错误在于在得出自己的结论之前，没有批判的考察一下人的认识能力。因此，康德给自己的哲学定下任务：在进行实际活动之前，先要对人的认识能力作一番“批判的”考察分析，以确立其大小.适用范围和界限。这就是康德使用批判一词的原因和建立批判哲学的动机。

以后天体科学和自然科学的发展也起到了推动作用。形而上学认为太阳系的推动有一定限度，而康德却提出地球自转速度因潮汐摩擦而延缓的假说。同时他在《自然同时与天体论》中提出太阳系起源星云说，指出太阳系是由一团星云演变来的。恩格斯评价康德“在这个完全适合于形而上学思维方式的观念上打开了第一个缺口，而且用的是很科学的方法”（王英，2005；李世军，1994）。另外，康德的二元论思想体系中的唯物主义和辩证法是进步教育理论的基础，他的教育思想强调个体理性和道德的培养，注重培养批判性思维和独立思考能力。康德提倡合理的教育内容和方法分阶段的划分，要求教育制度保护个体的自由和权利，并鼓励个体的积极性和自主性。康德倡导大力发展教育事业，重视教育改革，他的教育思想对德国的教育体系发展产生了深远的影响。

康德之后，通过费希特、谢林、黑格尔等人的努力，将当时自然科学成果广泛地融合、整理，形成了德国自然哲学流派。谢林的自然哲学则试图把自然理解为一个生成、发展和有内在联系的整体，反对把自然割裂为静止、机械和孤立的对象。黑格尔虽然以思辨哲学著称，但其辩证法强调矛盾、运动、过程和历史发展，打破了长期以来把世界视为固定不变的形而上学思维方式。这些思想在更深层次上改变了德国知识界的思维方式，即自然和社会被看作是处于不断生成和演进之中，知识生产被视为需要系统建构、理论综合和历史

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

理解的过程。与英国经验主义传统更强调观察、实验和实用性相比，德国思想界更倾向于追问知识的根据、学科的体系和科学的内在统一性。也正因如此，德国后来得以在数学、物理学、化学、生理学、历史学、语言学等领域形成具有深厚理论色彩和严密训练体系的学科传统。这次哲学革命动摇了传统的宗教神学和经院哲学[4]的地位，使得严谨与理性的精神深入人心，解放了人们的思想，为德国的科学发展和社会进步奠定思想基础。

此外，德国哲学并没有停留在抽象思想层面，而是通过新人文主义教育思想进一步转化为制度实践。19 世纪初，在普鲁士遭遇拿破仑战争重创、国家面临深刻危机的背景下，费希特、洪堡、施莱尔马赫等人都把教育视为民族更新和国家重建的根本途径。新人文主义强调人的全面发展，主张教育[5]不仅是职业训练，更是人格、理性和自由精神的养成。洪堡在此基础上提出“学术自由”“教学与研究统一”等理念，认为大学不应只是传授既有知识的学校，而应成为创造新知识、探索真理和培养独立人格的场所。由此，哲学中的理性精神、主体自由和知识自主性，被进一步制度化为现代大学的基本原则。

因此，德国的思想革命重塑了科学与社会之间的关系。

[4] 经院哲学是产生于 11—14 世纪日耳曼帝国的官廷学校及欧洲基督教的大修道院和附属学校的一种哲学思潮。它是运用理性形式，通过抽象的、烦琐的辩证方法论证基督教信仰，为宗教神学服务的思辨哲学。因为教师和学者被称为经院学者，故取名经院哲学。

[5] 详见本章第四部分。

一方面，它赋予科学研究以独立价值，使“为知识而知识”的基础研究获得正当性。另一方面，通过教育改革和大学制度，将这种价值转化为国家可持续培养人才、组织研究和积累知识的制度能力。正是在这一意义上，德国古典哲学和思想变革构成了 19 世纪德国崛起为世界人才中心和创新高地的精神源头和制度前提。

二、政治改革与德意志统一

18 世纪末至 19 世纪初，欧洲大陆在法国革命与拿破仑帝国扩张的双重冲击下经历深刻变革，长期处于分裂状态的德意志地区被卷入剧烈的政治重组过程。1806 年耶拿战役的惨败不仅终结了神圣罗马帝国的千年历史，更迫使普鲁士签署《提尔西特和约》，割让其半数疆域与人口，支付 1.3 亿法郎战争赔款，军队规模从 14 万锐减至 4 万（方在庆等，2020）。神圣罗马帝国解体，莱茵邦联在拿破仑控制下建立，德意志传统政治秩序遭到动摇。伴随着莱茵邦联[6]对德意志邦国的控制加剧，普鲁士的传统粮食贸易网络遭受系统性封锁，财政体系陷入崩溃边缘，同时需持续支付法军占领费用。多重危机将普鲁士推向国家存亡的临界点，催生出强烈的民族觉醒意识，“旧世界已经不再适合我们了，这个流尽鲜血的国家要想继续生存，就必须适应时代的新要求，进行自我更新。”

[6] 莱茵邦联，又称莱茵联盟。是俄国沙皇亚历山大一世及奥地利帝国皇帝弗朗茨一世于奥斯特里茨战役战败后由拿破仑所建立，是 1806 年至 1813 年间于德意志地区的政治实体，最初成员有 16 个前神圣罗马帝国的邦国。1806 年 7 月 12 日，通过签署莱茵邦联条约，16 个在法国保护下的德意志南部和中西部邦国脱离了神圣罗马帝国，建立了莱茵邦联。这些邦国包括列支敦士登、巴伐利亚、符腾堡和巴登等。莱茵邦联的成立标志着神圣罗马帝国的终结，弗朗茨二世被迫放弃神圣罗马帝国皇帝的称号。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

拿破仑战争时期由外部冲击印发的改革，成为 19 世纪德国崛起的重要起点。施泰因、哈登贝格等人推动的普鲁士改革，涉及土地制度、城市治理、行政机构、教育体系和军事体制等多个领域。这些改革打破了旧等级秩序的部分束缚，扩大了国家对社会资源的组织能力，也使个人从封建身份关系中逐步获得较大的经济和职业活动空间[7]。1808 年的《城市管理条例》确立城市自治原则，通过设立市参议会和市政府，实现地方财政自主与公共事务自主决策。同期的敕令创建国家行政机构国务院，下设内政、外交、财政、军事和司法等五个部，统一管理国家事务（方在庆等，2020）。教育改革[8]与军事改革也是改革的重要组成部分。在军事领域，沙恩霍斯特推行兵役制度改革，废止军官团内的贵族特权，配合总参谋部体制创新，重视作战技术和军事教育，推动普鲁士军队从封建武装向现代职业军转变。

普鲁士改革提升了国家整合能力和治理效率。改革后的普鲁士不再只是依赖传统贵族、地方封建权力和军事强制的旧式国家，而是逐步转向以成文法令、行政分工、考试任用和专业官僚体系为基础的规则治理，开始形成以行政理性、教育动员、军队现代化和制度建设为基础的现代国家雏形。由此，普鲁士改革不仅增强了国家应对外部竞争的能力，也为德国后来将教育、科学、工业和军事需求纳入统一的国家

[7] 详见本章第三部分。
[8] 详见本章第四部分。

发展框架创造了条件。

然而，普鲁士自身的改革并不能完全解决德意志地区长期分裂带来的结构性障碍。1815 年维也纳会议后，德意志地区未实现统一，而是形成了松散邦联体系，关税壁垒、货币差异与法律割裂严重阻碍经济与科技发展。19 世纪中，随着工业革命的推进，英法已形成统一民族国家并占据科技领先地位，而德意志各邦在铁路建设、机械制造等领域的技术创新因市场分割难以形成规模效应，经济发展受到贸易壁垒和政治分裂的制约，统一的需求愈发迫切。民族意识的觉醒成为统一的内在动力。以费希特《对德意志民族的演讲》为代表的知识分子运动，将文化认同升华为政治诉求（张东辉，2011）。1834 年德意志关税同盟的建立，消除了内部贸易壁垒，为统一的国内市场奠定了基础。至 19 世纪中叶，普鲁士的工业产值已占全德 60%，其军事与教育体系的现代化改革使其成为统一的领导核心（邢来顺，2001）。

1871 年，德意志帝国建立[9]。德意志的统一过程主要通过三次王朝战争实现，普鲁士在俾斯麦的领导下，逐步完成了这一历史使命。德意志的统一具有深远的历史意义，不仅改变了德国自身的命运，也对欧洲乃至世界历史产生了重大

[9] 德意志的统一按时间顺序可分为三部曲：首先，没有子嗣的丹麦国王弗雷德里克七世病故，紧接着于 1864 年爆发了普丹战争；接着，意大利统一运动提供了出兵的借口，1866 年普意联手攻打奥地利，史称普奥战争；最后，西班牙欲引入德意志的霍亨索伦家族，封为西班牙国王。此举致使法国为摆脱被霍亨索伦势力的包围，遂向普鲁士宣战，于 1870-1871 年爆发普法战争。普鲁士赢下了所有三场战争，意味着 1815 年和约签字方中已无任何一方支持奥地利在中欧的利益，整个德意志只接受普鲁士的君主统治。自此，奥地利帝国再也无力干预德意志事务。1871 年 1 月 18 日，普鲁士首相奥托·冯·俾斯麦成功统一了多个德意志邦国，建立了德意志帝国。由此，所有德意志邦国都被统一称为“德国”。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

影响。统一结束了德意志长期分裂的局面，形成了一个强大的中央集权国家，增强了德意志民族的凝聚力。统一后的德国消除了内部贸易壁垒，形成了统一的国内市场，为工业革命的推进提供了有利条件，迅速崛起为欧洲的经济强国。统一后的德国政府大力推动教育和科技发展，培养了大量高素质人才，为德国成为世界人才和科学中心奠定了基础。此外，德国的统一还打破了欧洲原有的力量平衡，使其成为欧洲大陆上最强大的国家之一。德国的崛起引起了其他欧洲大国的警惕，加剧了欧洲列强之间的竞争。德国的统一为欧洲一体化提供了重要的历史经验。德国在统一后的强大经济实力和政治影响力，使其在欧洲一体化进程中发挥了关键作用，在科技、教育和文化领域的成就对世界产生了深远影响。

三、社会结构的转型

与英国较早形成商业社会和市场化阶层流动不同，德意志地区长期保留着较强的封建等级秩序，贵族地主、行会制度、地方邦国权力和传统身份关系对人口流动、职业选择和知识传播形成了较大限制。拿破仑战争和普鲁士改革打破了旧秩序的稳定性。拿破仑在德国的统治时期也是德意志的“大改革时期”。腓特烈·威廉三世任命施泰因帝国男爵为首相，并授权施泰因男爵主导改革进程。

普鲁士改革首先削弱了封建身份关系对社会流动的束缚。施泰因颁布了一系列法令来推行农业改革。1807 年《十

月敕令》[10]的具有划时代意义，法令不仅废除农民人身依附关系，更突破等级限制，赋予农民土地自由交易权、职业选择权与婚姻自主权，传统等级秩序开始松动。1808 年的《二月法令》进一步遏制容克地主阶级[11]对农民土地的兼并行为。虽然农民仍需在较长时期内承担赎买义务和经济压力，但改革毕竟打破了以出生身份固定社会位置的旧结构，使越来越多的人能够从传统乡村共同体和封建依附关系中脱离出来。农业立法也推动了封建地产制转变为资本主义自由地产制，进而推动了普鲁士社会经济结构的质变。

与此同时，城市自治改革则进一步推动了市民社会的发展。《城市管理条例》不仅确立城市自治原则，还使城市居民能够通过市参议会和市政府参与地方财政、公共事务和城市治理。城市逐渐成为教育、出版、公共讨论、行业组织和专业活动的集中空间。随着城市治理能力增强，学校、图书馆、协会、报刊、讲座和技术机构等公共设施逐步发展，知识传播和人才成长获得了更为稳定的社会环境。市民阶层在城市治理、教育事业、工商活动和公共文化[12]中的作用不断增强，

[10] 《十月敕令》，全称是《关于放宽土地占有的条件限制和自由使用地产以及农村居民的人身关系的敕令》，1807 年 10 月 9 日普鲁士首席大臣斯坦因颁布的关于地产自由和解放农奴的法令。规定废除农民的人身依附关系，对世袭的土地持有者，从法令公布之日起这种人身依附关系立即废除，对于非世袭的土地持有者和无地农民，则从 1810 年圣马丁节(11 月 11 日)起废除；禁止建立新的人身隶属关系。废除对土地买卖和流通中的种种封建限制，所有国民均享有各种不动产之所有权和买卖权。允许容克地主兼营工商业，亦允许市民和农民自由选择职业。该法令成为普鲁士资产阶级改革开始的标志，也是斯坦因-哈登贝格改革最主要的措施之一。但敕令仍保留农民的一切义务以及容克地主的审判权和行政权。

[11] 容克地主阶级原为普鲁士的贵族地主阶级。16 世纪起长期垄断军政要职，掌握国家领导权。19 世纪中叶开始资本主义化，成为半封建型的贵族地主。是普鲁士和德意志各邦在 19 世纪下半叶联合后反动势力的支柱，是德国军国主义政策的主要支持者。

[12] 详见本章第八部分。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

也促使社会评价标准发生变化，教育水平、专业技能、公共服务能力和学术声望开始成为新的社会身份来源。

在这一过程中，德国形成了一个由大学教授、中学教师、医生、律师、法官、牧师、公务员、作家、记者以及受过高等教育的专业人士构成的、具有鲜明特色的“教养市民阶层”（Bildungsbürgertum）。与英国的商业中产阶级、法国的启蒙知识阶层相比，德国的教养市民阶层更强调系统教育、古典修养、纪律意识和专业训练。他们既是新人文主义教育理念的接受者，也是现代学校、大学、行政机构和学术共同体的建设者，在德国社会中承担了连接思想、教育、国家和科学的重要角色。

教养市民阶层的兴起，使知识和教育获得了更高的社会地位。对于 19 世纪德国而言，教育不仅是个体向上流动的途径，也是国家复兴和社会重组的重要工具。大学文凭、中学毕业考试、教师资格考试、国家公务员考试等制度逐步强化，使社会流动越来越依赖规范化的教育和资格认证。科学家、教授、教师、工程师、医生等职业逐渐摆脱传统神职人员或私人学者的附属地位，成为具有明确训练路径、职业标准和社会声望的专业群体。尤其是中学教师和大学教授地位的提升，使知识生产、人才培养和社会声誉之间形成稳定联系。科学研究逐渐成为一种受到社会尊重、由制度保障、可以长期从事的职业活动。

工业化也进一步改变了德国的社会结构。19 世纪中后期，随着铁路、煤钢、机械制造、化学和电气工业的发展，德国社会从农业社会快速转向工业社会。大量农村人口进入城市和工矿区，工人阶级和工业企业家群体迅速扩大，工程师、化学家、技术管理人员和熟练工人等新型职业群体不断成长。工业生产对标准化、精密化和组织化提出更高要求，也对数学、物理、化学、机械、材料和工程知识形成持续需求。由此，科学知识与社会生产之间的联系更加紧密。大学和技术学校培养出的专业人才进入企业、实验室、工厂和政府部门，工业企业又不断向教育和科研体系提出新的技术问题，推动科学研究更加制度化、专业化和应用导向化。同时，面对伴随着工业化产生的工人贫困、劳资冲突、城市卫生和社会秩序等问题，德国也逐渐通过社会保险、劳动管理和行业组织等方式将新兴社会群体纳入国家治理框架。这种制度安排虽然带有强烈的国家控制色彩，但也增强了社会运行的稳定性，使工业社会中的人才培养、技术应用和组织协作具有较强的秩序基础。德国科学和工业的快速发展，正是在这种高度组织化的社会环境中展开的。

四、教育体系的重构

19 世纪，随着民族运动的逐渐兴起，国民教育逐渐受到重视。教育体系的改革与思想革命、政治重构和社会结构转型，发挥了重要的中介和转化作用。德国古典哲学和新人文

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

主义所强调的理性、自主、全面发展和知识独立价值，需要通过教育制度转化为稳定的人才培养方式。普鲁士国家重建和德意志统一所形成的治理能力，也需要通过学校、大学和专业资格制度转化为可持续的人力资本积累。而教养市民阶层和专业职业群体的兴起，则进一步扩大了社会对教育、文凭和学术训练的需求。正是在这一背景下，德国的教育体系也发生了重要的改革，逐步形成了从初等教育、中等教育到研究型大学相互衔接的完整体系。

教育改革最初带有强烈的国家危机意识。1806 年耶拿战役普鲁士惨败，1807 年签订《提尔西特条约》[13]，1 亿巨额赔款以及缩减到 4 万的军队规模使沦为拿破仑帝国附庸的普鲁士“政治组织完全陷于崩溃”，各邦失去了“抵抗的物质能力”。腓特烈·威廉三世、将军格哈德·沙恩霍斯特、哲学家费希特等人都认为教育是帮助普鲁士继续生存和自我更新的必要途径。普鲁士决定“用精神的力量来弥补物质上的损失”，推行教育强国战略。威廉·冯·洪堡 1809 年负责“文化和公共教育”部分的改革，建立的一整套教育制度奠定了普鲁士未来教育发展的基础。威廉·洪堡主导的教育体系重构具有范式创新意义，在推行全民基础教育的同时，完善中学教育，重视高等教育，构建起影响深远的洪堡教育理念。

[13] 普鲁士损失了近半领土，原先统治的 1000 万人，不足 500 万人居住在普鲁士新的国界内。因为割让出去的省份都是肥沃之地，普鲁士税收急剧下降。

（一）初等教育的改革

在初等教育方面，改革的核心在于扩大国民教育基础，提高社会整体识字能力和基本知识水平。洪堡强调实施初等义务教育，在教学内容上减少了宗教神学课程，增设了实用知识学科。在教学方法上废除体罚和死记硬背，更多地采用实物直观教学。其中最为重要的两项改革，一是在小学逐步推行裴斯泰洛齐教学方法，二是发展师范教育。

裴斯泰洛齐教育思想在这一过程中发挥了重要影响。裴斯泰洛齐[14]是 19 世纪瑞士著名的民主主义教育家，他追求教育革新，提出教育理论。根据要素主义和教育心理化的要求，裴斯泰洛齐研究了小学学科教学方法的方法，奠定了各科教学法的基础，使“孩子在受教育的时候始终完全理解他正在听到的、说的、做的事情为什么是这样的而不是别样的”，被誉为是“小学学科教学法奠基人”（王晨，2016）。洪堡强调实施初等义务教育，先后于 1802 年和 1805 年公布了初等义务教育法案，为了改进和发展初等教育，他选派了大批青年如赫尔巴特、福禄倍尔到伊佛东向裴斯泰洛齐学习，他要求前去学习的青年不仅要学习裴斯泰洛齐的教育方法，也要领会教育精神（邢来顺，2004）。这些青年从伊佛东回来后，协

[14] 约翰·亨利希·裴斯泰洛齐是一位著名的民主主义教育家。他的主要教育思想有要素教育理论、教育适应自然性、教育心理学化、爱的教育等。裴斯泰洛齐在施坦兹孤儿院、布格多夫和伊佛东等地进行了教育实验，通过这些实践，他不断探索和完善自己的教育思想。裴斯泰洛齐的教育思想对近代初等教育的发展产生了重大影响。他的要素教育理论、教育适应自然性思想和爱的教育思想等，为后来的教育改革提供了重要的理论基础。裴斯泰洛齐的教育理念强调教育的个性化、情感教育和道德教育的重要性，这些理念在现代教育中仍然具有重要的借鉴意义。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

助重建小学教育体系，使得德国初等教育有很大进步。

德国对教师质量和教师地位的强化措施，促进了普及教育的健康发展。德国最早的师范学校 1747 年创办于柏林，曾得到国王的经费补助，腓特烈大帝甚至要求所有教师均应由该校毕业。18 世纪末，已有约 30 所师范学校遍布德国各邦（胡天阳，2012）。1815-1840 年间，裴斯泰洛齐的追随者按照他的原则兴建和组织了多所师资培训学院，初等学校师资数量和质量得到发展。同时，洪堡重视提高教师的素质和待遇，在普鲁士财政状况相当拮据的情况下，仍允诺提高教师的工资。此后，德国通过各种教育法令和增加教师薪金的措施，确保了教师队伍的高素质和高水平。

到德意志帝国成立，俾斯麦主政期间，德国的初等教育机构模式已逐渐确定下来。强迫实施义务教育，初等学校分初、高两级，每级 4 年，计 8 年，儿童 6 岁入学，14 岁结业（周敏，2018）。1872 年制定和公布的《普通初等学校和师资培训学院的管理规章》（简称《一般教育规定》）里，教学内容丰富[15]，其中数学课不仅讲授小学、分数，对数、二次方程，平面几何和立体几何也包含在内。德国逐渐建立起完善的国民教育制度，儿童义务教育进入世俗化阶段。

（二）中等教育改革

19 世纪德国的中等学校，主要分为文科中学和实科中学

[15] 教学内容涵盖历史、地理、自然科学、德文名著、民族诗人主要诗篇，外语选修课、绘画、歌咏、体操、缝纫、家庭工艺等。

两种类型。文科中学创办较早，主要任务是专门培养贵族子弟；实科中学的学生主要学习数学、物理学、自然、建筑、贸易等实用知识（方在庆等，2020）。实科中学相较文科中学规模小且数量少。洪堡提出了“柯尼斯堡计划”[16]和“立陶宛学校计划”，重点改革了文科中学，包括教学内容、升留级制度和毕业考试章程等。

首先，洪堡按照新人文主义精神改革中等教育，将新人文主义引入文科中学，调整教育计划，削减了古典学科的内容，将古典语法课改为以阅读古典文学名著为主要内容。其次，改变了只重视人文知识的传统，大量增加理科课程，使自然科学成为学校的教育的重要组成部分，在扩大普通基础学科的教学的同时新增了历史、地理和自然科学等科目，推行“全面教育”，实行文理并重，改革后的课程使文科中学的教学内容更加接近实际生活。同时，洪堡也对各类中学进行了调整，规定文科中学为 9 年制，前期文科中学为 6 年制，市民学校称中学，文科中学毕业生才能入大学和当国家官吏。1812 年，中学考试制度确立，未获得中学毕业证书者不能进入大学深造。

为促进教学质量的提高，洪堡也加强对教师的选拔与考核。为保证教学质量整顿教师队伍，凡要担任中学教师的都得通过国家考试[17]，合格的给予中学教师称号，未经考试合

[16] 将该邦的五种中学改为两所初级中学，年限四年；三所高级中学，年限八年。高级中学的学生通过考试毕业，可以面试升入大学。柯尼斯堡学校计划是现代德国高级中学形态的雏形。

[17] 考选办法由“教育代表团”负责执行，代表团的代表由柏林大学、布勒斯劳大学和寇尼斯堡大学三校各派

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

格的人员不得被录用为教师。考试由国家委托大学办理，考试的科目和要求以大学为训练中学教师所开设的课程为依据和标准（方在庆等，2020）。以前文科中学教师一般是由神学家、牧师担任，他们只须通过教会总监的考试即可接受委任。但是这次改革中颁布法令规定要获得中学教师的称号就必须通过由柏林大学办理的国家考试，这在一定程度上打破了文科中学对神职人员的依赖，有利于保证教师的素质和水平，并将德国中学教师提高到专业工作者的地位。

（三）大学教育的改革

德国大学 14 世纪出现，至 17-18 世纪之交还只是墨守成规教授知识。1810 年柏林大学的成立从根本上改变了传统的教育理念。洪堡认为，发展大学时一种最高手段，只有通过它，普鲁士才能为自己赢得德意志世界乃至全世界的尊重，取得真正的启蒙和精神教育上的世界领先地位，而高等教育的改革就是要建立综合性的大学。同时，洪堡还提出，大学应是研究机构，要创造性地发展科学；大学是对世界进行新解释、粉碎宗教迷信地世俗化中心。他提倡教学自由、科研自由，提出“教学与科研统一”的重要原则，使教学与科研相结合，即教授的教学与科研相结合，学生的学习与科研相结合。

一人充当。主要任务是考选中等学校的各科教师，从此以后，未经考试合格的人员不得录用为教师。教师考试科目包括文科中学讲授的语文、科学、数学和历史等全部学科；但考生对某一学科具有专长时，也有显示才能的机会。

“大学教授的主要任务并不是教，大学学生的任务也不是学；大学学生必须要独立地自己去从事研究，至于大学教授的工作，则在于诱导学生研究的兴趣，再进一步去指导并帮助学生去作研究工作。”

——威廉·冯·洪堡

1810 年，在费希特和斯莱尔马赫的协助下，洪堡创建了柏林大学。柏林大学是第一所现代的新型大学[18]。普遍认为，柏林大学的成立从根本上改变了传统的教育理念，成功实践了“学术意识形态”（Wissenschaftsideologie），并使之成为了 19 世纪德国大学的官方意识形态，将它定义为德国大学的“思想”。并且，国家通过经费拨款、教师任用和大学章程为这种学术空间提供了关键保障。此后，德国出现了许多现代化的大学，如布勒斯劳大学、波恩大学、慕尼黑大学等等，都成为人才聚集地。一大批科学家在这些大学中进行科学研究和教学。科学研究的职业化和体制化最早也正式出现在德国，到了 19 世纪下半叶，德国大学几乎完全转化为研究机构。

[18] 柏林大学是德国政治处于最危难的时刻建立的。但普鲁士政府毅然决定每年给柏林大学和科学艺术院 22，500 镑的拨款。1811 年，费希特被选为柏林大学的首任校长，1810 年 10 月，第一批学生注册入学。柏林大学的创建不只是增加了一所大学，而是意味着大学教育的变革。首先，古老的地方大学中存在的地方主义（非本地生不能入学）观念在柏林大学被一扫而空。柏林大学不规定，也不严格限制只有普鲁士的学生才能入学。柏林大学把重点放在科学研究方面，而不是教学和考试。同时，无论在学校的事务管理方面，还是研究和行政方面，柏林大学拥有完全的自由。柏林大学的学生很自由，包括有权批评学校和学生自治的权利，享受大学公民权等。其他如教授治校的原则；校长一年选举一次；超然的总务管理：大学校长及教授仅负责学术性的工作而不理庶务等，都成为德国大学教育的特色。柏林大学建立后，当时有许多大学是仿照柏林大学进行整顿或新建的。如：布勒斯劳大学、波恩大学、慕尼黑大学。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

德国教育体系重构的深层意义，除了带来教育理念的更新，更在于通过法律、规章和治理规范将教育体系固定下来。普鲁士改革以来，国家不断通过义务教育法令、学校管理条例、教师资格考试、中学毕业考试、大学准入规则和财政拨款制度，将教育从地方性、分散化和身份化的安排，逐步转变为由国家规则支撑的公共制度。初等教育通过义务教育法案和师范教育制度获得稳定基础，中等教育通过毕业考试和教师国家考试形成规范化选拔机制，高等教育则通过大学自治、教授治校、教学自由和科研自由等治理规范，为学术活动提供相对独立的制度空间。由此，教育转变为成为由法律规章、公共财政和职业资格共同支撑的现代体系。

此外，科学技术的发展和工业的进步使得对专门技能人才的需求增加，传统大学已经不能满足经济发展的需要，19世纪德国各类工科大学建立起来，如 1831 年建立的汉诺威工科大学、1868 年建立的慕尼黑工科大学、1870 年建立的亚琛高等工业学校、1895 年建立的达姆斯塔特高等工业学校等（赵琼，2007）。工科大学和传统大学分别设立，使教学内容和课程设置更具特色，分别符合各自人才培养的需要。工科大学注重对自然科学、尤其是对数学、物理学、化学等学科的科学研究，同时教学内容不局限于自然科学理论知识的传授，而且强调学生对技术实践性课程的学习，理论结合实际。工科大学内部建立研究所，将自然科学理论研究与应用

技术研究相结合，以满足德国工业现代化快速发展的科技需求。德国工科大学通过更新教学与课程内容的更新和强化科学研究，培养了大批技能人才，为德国工业现代化的持续推动与经济发展提供人才支撑。

五、科研范式突破与学科建制化

19 世纪德国科学的崛起的过程中，科学研究方式本身也发生了深刻变化。与早期近代科学更多依赖个人天才、私人兴趣和松散社团不同，德国逐渐形成了一套更加规范化、专业化和制度化的科研体系。科学研究被纳入大学、实验室、学术期刊、专业学会、博士训练、同行评价和学科共同体等相互连接的制度框架之中。也正是在这一过程中，德国完成了从“自然哲学传统”向“现代专业科学”的转变。

这一转变首先体现在科学研究活动的专业化和规范化。19 世纪以前，自然研究与哲学、医学、工艺、博物学等领域之间边界并不清晰，研究者往往兼具学者、医生、教师、工程师或发明家等多重身份。进入 19 世纪后，随着德国大学制度改革和学科分化的推进，数学、物理学、化学、生理学、地质学、语言学、历史学等领域逐渐形成相对独立的研究对象、研究方法、课程体系和评价标准。科学研究更加强调概念界定、实验验证、数学表达、系统论证和同行检验。科学活动也逐渐形成一套内部规范，即研究成果需要通过论文、专著或报告进入公共知识体系，学术判断需要接受专业共同

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

体评价，青年学者则需要通过研究训练、博士论文、学术发表和导师推荐获得进入学术共同体的资格。

研讨班（seminar）的出现是德国科研范式转型的重要标志之一。作为一种新型、更为紧密的教育模式开始出现和发展，研讨班注重观念及知识交流，被认为是学习的高级阶段，是为真正投身于专业研究的人才设置的。最初是哥廷根大学发展了研讨班，19 世纪中叶，海德堡大学、波恩大学、柯尼斯堡大学都开设有自然科学方面的研讨班。研讨班启发了现代意义上的研究，促进了新型批判方法的普及以及博士学位[19]的出现，通过确立了学术化、分科化的学科专业，间接也促进了以“院系”为主体的现代大学的组织形式的构建。

与此同时，当今科学技术研究的重要阵地的实验室，其价值也是在这时的德国得到发掘和重视。化学是德国研讨班和实验室制度发挥作用最典型的领域，并且很大程度上归功于李比希。李比希是 19 世纪德国著名的化学家，他在化学领域的贡献广泛而深远，尤其在有机化学、农业化学和化学教育方面影响巨大。李比希创立了有机化学[20]，被称为“有机

[19] 19 世纪德国大学逐渐把博士学位与原创研究联系起来。博士训练不只是取得文凭的过程，而是要求学生在导师指导下进入具体学科，掌握研究方法，完成具有一定原创性的学术工作。由此，科学人才的培养从一般知识教育转向专业研究训练，科学家职业也逐渐形成相对明确的成长路径。德国的大学因此成为国际青年学者向往的科研训练中心，也推动德国在 19 世纪后半期形成强大的科学人才吸引力。

[20] 李比希作过大量的有机化合物的准确分析，改进了有机分析的若干方法，定出大批化合物的化学式。李比希发明了碳氢分析法，这是一种用于测定有机化合物中碳、氢含量的方法。通过这种方法，他能够精确地分析有机化合物的组成，极大地推动了有机化学的发展；他还改进了有机化学中的多种分析方法，为确定有机物的分子式奠定了基础。李比希发现了同分异构现象，发现不同的化合物可以具有相同的化学式，但结构和性质不同。这一发现对有机化学的理论发展具有重要意义。此外，在农业化学领域，他还发现了氮、磷、钾等元素对植物生长的重要性，奠定了现代农业化学的基础，促进了化肥的广泛应用，显著提高了农业生产效率。

化学之父”（何振海、王璇，2020）。他提出了有机化合物的元素分析方法，极大地推动了有机化学的发展。1824 年，他担任吉森大学教授，在上任之初就和同事建立起了自己的教学实验室，设计了新的设备并投入使用，使得分析更快、更准确。同时，他创立了现代化学实验室教学模式，在化学实验过程的同时进行讲授，强调实验与理论相结合的教学方法，培养了大批优秀的化学家，推动了德国化学学科的快速发展，使德国成为 19 世纪化学研究的中心。吉森化学实验室成为当时欧洲乃至世界一流的实验室。

专业期刊和学术出版制度进一步强化了以学科为分类的学术共同体的形成。以李比希创办的《化学与药学年鉴》[21]为例，这为化学界提供了重要的学术交流平台。专业期刊不仅是传播研究成果的载体，更是确立学术标准、形成同行评价和维系学科共同体的重要制度。期刊通过编辑、审稿、实验验证和论文发表，使科学成果从私人通信、课堂讲授和地方性交流中脱离出来，进入更广泛、更稳定、更可积累的公共知识空间。学术出版也成为科学共同体进行成果认证、资格确认和规范塑造的重要机制。科学研究的价值，越来越需要通过公开发表、同行认可和学术共同体评价来确认。

[21] 1832 年，李比希创办了《药学年鉴》，1840 年更名为《化学与药学年鉴》。李比希仿效瑞典化学家贝采里乌斯，亲自对每篇刊载文章进行实验验证，确保研究的可靠性和准确性。为了推动刊物的国际化，李比希于 1838 年至 1842 年在巴黎和伦敦设立了区域编辑，以德、英、法三国文字同步出版该刊，有力地促进了有机化学知识的传播。李比希利用编辑的有利位置，与其他科学家进行学术交流，并通过收录论文的方式鼓励学生从事化学研究，培养了大量优秀的化学人才。该期刊收录了包括诺贝尔奖得主瓦拉赫和费歇尔等在内的各国化学家的学术论文，成为世界化学领域的权威性学术刊物。1998 年，《李比希年鉴》与其他几份刊物整合为《欧洲有机化学学报》和《欧洲无机化学学报》，其中《欧洲有机化学学报》仍继承了《化学与药学年鉴》的学术传统。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

这一时期，德国科学家在数学、物理等方面也取得了很高的成就，也体现出德国科学高度理论化和体系化的特征。以高斯、狄利克雷、黎曼、克莱因等为代表的数学家，不仅开创了现代数学的众多分支，更通过系统性的学术传承与创新，将哥廷根大学建设成为世界数学研究的中心。高斯以其卓越的数学才华奠定了数学严格证明的传统，他的研究几乎涵盖了当时数学的所有领域，从数论到几何学，从天文学到大地测量学，他都留下了深刻的印记。狄利克雷继承并发展了分析学的严密性，首次给出了傅里叶级数收敛的严格条件，为现代分析学的发展提供了重要工具。黎曼开创了几何学的新视野，黎曼几何为爱因斯坦的广义相对论提供了数学框架，黎曼曲面理论更是将拓扑思想引入复分析，深刻影响了现代数学的发展方向。克莱因进一步拓宽了数学的边界，通过《埃尔朗根纲领》[22]建立了数学与其他学科的联系，推动了数学与物理、工程等领域的深度融合。通过师徒传承、学术交流、期刊出版等机制，这些数学家共同塑造了哥廷根大学作为世界数学研究中心的地位。这种学术传统不仅影响了德国数学的发展，更通过其弟子和追随者传播到世界各地，为现代数学体系的形成做出了不可磨灭的贡献。

以欧姆、亥姆霍兹、伦琴、普朗克等为代表的物理学家

[22] 1872 年德国数学家克莱因在埃尔朗根大学的教授就职演讲中，作了题为《关于近代几何研究的比较考察》的论文演讲，论述了变换群在几何中的主导作用，把到当时为止已发现的所有几何统一在变换群论观点之下，明确地给出了几何的一种新定义，把几何定义为一个变换群之下的不变性质。这种观点突出了变换群在研讨几何中的地位，后来简称为《埃尔朗根纲领》。

则引领了 19 世纪、20 世纪之交的物理学革命，奠定了现代物理学的基础。欧姆是这场革命的先驱之一，他确立了电流、电压和电阻之间的基本关系，即著名的欧姆定律，也确立了定量实验在物理学中的重要传统，使物理学从定性研究迈向定量分析的新阶段。亥姆霍兹发展了能量守恒的普遍原理，为后续的热力学和动力学研究提供了坚实的理论基础。伦琴的 X 射线发现则展示了偶然发现在科学革命中的重要性，也为物理学的研究开辟了新的领域，引发了对原子结构和辐射现象的深入探索。普朗克突破了经典物理学的局限，他在研究黑体辐射时提出了量子假说，开启了量子力学的大门，为现代物理学的发展带来了全新的视角。这些物理学家的工作相互联系、层层递进，共同推动了 19 世纪末 20 世纪初的物理学革命。这场革命不仅改变了物理学本身，更深刻影响了化学、生物学等其他学科的发展。他们的成就为现代科学体系的建立奠定了坚实的基础，开启了人类对自然规律更深层次探索的新纪元。

在德国学科建制化的发展背景下，科学家不再仅仅是拥有广泛兴趣的“博学者”，而逐渐成为在特定学科中接受系统训练、按照专业规范开展研究、通过论文、学位和职位获得承认的职业群体。大学教授、研究助手、博士生、实验室成员、专业期刊编辑、学会会员等角色逐渐分化，构成现代科学共同体的基本结构。学术共同体内部也形成了相对明确的

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

规则，研究要有可检验的证据，论文要接受同行判断，学术职位要依赖研究能力和学术声誉，学科发展要通过课程、教材、期刊、学会和学位制度不断延续。这些规则构成了现代科学运行不可或缺的学术规范和制度秩序。

六、经济统一与工业化转型

19 世纪中后期，德意志统一、铁路建设、煤钢工业扩张、机械制造升级以及化学和电气工业兴起，使德国迅速进入工业化加速阶段。经济统一是德国工业化的重要前提。长期以来，德意志地区邦国林立，关税壁垒、货币差异、度量衡不一和商业法规分散，严重限制了商品、资本、劳动力和技术的跨地区流动。统一首先体现在德意志关税同盟的成立。德意志关税同盟于 1834 年由 38 个德意志邦联的邦国组成，是德国统一前以普鲁士为首的各邦国为扫除相互之间的贸易障碍而结成的同盟。德意志关税同盟把德国境内大部分邦国结成了一个紧密的贸易和经济区域。区内为自由贸易区，实行共同的商业政策，对外则统一关税。海关联盟的建立是最终形成“德国”共同市场的第一步。关税同盟的主要内容包括：废除内地关税，同盟各邦国之间的贸易免税，对国外贸易统一关税制度和税率。[23]在对外贸易方面，倾向自由贸易，但对从英国进口的棉织品和呢绒等则课征保护性关税。关税同盟还致力于统一货币、度量衡制度和商业法规[24]。1837-1844 年，

[23] 关税同盟以普鲁士 1818 年的税法为蓝本制订关税政策。参加同盟的各邦国之间从 1834 年起废除全部关税。

[24] 各邦国于 1838 年和 1857 年签订一些专门协定，开始统一货币和度量衡，1868 年法令规定自 1872 年 1

关税同盟先后与荷兰、希腊、土耳其、英国和比利时签订了商业协定，同盟的国际地位很快得到巩固。

德意志关税同盟是推进德国工业化的重要因素之一。它对内实行自由贸易，对外采取灵活的阶段性的贸易经济政策，为德国的工业化创造了良好条件。关税同盟统一了内部市场，开辟了海外市场，保护了民族工业，鼓励机器、原料进口，加速了资本积累，推动了商品、资本和劳动的流转，优化了投资环境等。其后近 30 年中，德意志钢铁业产量增长 4 倍，煤产量也大幅增加（曹英&赵士国，2001）。更重要的是，煤铁重工业带动了德国经济的振兴，成长起鲁尔等大小不等的工业中心、工业城市、一大批企业家和若干注重科学技术教育的高等学校，为工业化进程开辟了道路。德国工业家发明改进了新的炼钢方式、无缝式火车车轮轮毂及后装全钢火炮和步枪。德国成功地将科技应用在武器上，克虏伯[25]等企业成为德国重要的工业公司。经济融合加上邦国之间的民族意识提高，使得政治上的融合指日可待，德意志开始显示出“准国家”的特征。

德意志工商业资产阶级的杰出代表和德意志民族统一的先驱弗里德里希·李斯特[26]认为，关税同盟在经济上成功地

月 1 日起在德国采用米突制，在 1847 年协定基础上统一了票据章程，1857–1861 年又制定了在 1869 年付诸实施的共同商业章程。

[25] 克虏伯公司最初是一个小型铁匠铺，由阿尔弗雷德·克虏伯创立。19 世纪中叶，克虏伯凭借其发明的“罐钢”和优良的后膛钢炮声名鹊起。普法战争期间，克虏伯工厂规模迅速扩大。二战后，克虏伯公司因战争责任被英军接管，但随着冷战的爆发，公司重新崛起。1999 年，克虏伯与蒂森集团合并，成为蒂森克虏伯集团。

[26] 弗里德里希·李斯特（Friedrich List，1789—1846）是德国著名经济学家，德国历史学派的先驱者。他致力于推动德国的经济统一和工业化，主张通过建立关税同盟、发展铁路等方式促进德国经济的崛起。李斯

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

突破了德国的分裂局面，关税同盟成为当时德意志经济现代化的最主要的载体（邢亮，2008）。经济基础是政治发展的决定性力量，关税同盟作为经济统一的基础，是德国政治统一的经济基础，为德国的现代化提供了统一的市场，促进了德国的经济现代化进程。在 1871 年政治统一实现以前，关税同盟为德国工业革命提供了最强大的动力和最根本的保证，促进了德国由落后的农业国向现代化工业国家的转变，并为德国迅速崛起为工业强国奠定了基础。

在统一市场逐步形成的基础上，铁路建设成为德国工业化的重要引擎。在很大程度上，德国工业革命是随着铁路建设开始的。19 世纪 30 年代至 40 年代，德国铁路建设起步，公认的德国第一条现代意义上的铁路修建于 1835 年。19 世纪 40 年代初到 60 年代末是铁路迅速发展阶段，其中 50、60 年代更是被称为“铁路时代”，增长速度快，通车里程长，此时重工业的发展与铁路建设密切相关。到 1852 年，以普鲁士为中心的铁路网建立起来。1870 年，德国铁路里程超越英国，居欧洲第一位。在 1879 年实行国有化之前，铁路是德国经济中效益最高的产业，优于采矿、炼铁和纺织业（曾淼&李乾德，2017）。

李斯特对德国的铁路建设做出了重大贡献，他不仅看到

特批判了亚当·斯密的自由贸易学说，主张保护贸易和国家主导的经济发展模式。他认为，对于经济相对落后的国家，保护关税和产业政策是实现工业化的重要手段。李斯特发起建立德国商人和制造商联合会，推动了德国关税同盟的建立，为德国经济的统一奠定了基础。此外，他还积极参与铁路建设，推动德国交通网络的统一。李斯特提出了“生产力理论”，强调生产力的多要素构成，包括物质资本和精神资本。

了铁路建设对经济发展的推动作用，而且意识到了铁路对未来德国统一的潜在作用。他指出，在政治上，铁路可以把德国这个分裂的内陆国家连在一起，在一定程度上抵消德国政治分裂所造成的恶果。在经济上，提高国内外贸易的收益，使德国的农业产出更多经济效益。在军事上，铁路可以减轻军队调动和指挥的难度，这对完成德国民族统一具有重大意义。在此基础上，他提出关于德国铁路建设的设想和具体方针。李斯特在综合考量铁路的经济政治价值基础之上设计德国铁路蓝图，倡导铁路国有化方针和私办公助的集资政策[27]以及德国铁路网的总体规划原则等，这使德国铁路高潮到来之前在全德范围内掀起了关于德国铁路建设的热议。他站在民族统一的高度来规划铁路建设，为德国未来的铁路规划提供了方向，德国最终的铁路主干线基本是按李斯特的设计展开的（谢志恒，2007）。

德国的工业化很大程度上是随着铁路建设开始的。首先，铁路建设促进了交通运输业的发展。铁路的建成提高了运输量，缩短了运输时间，降低了运输成本，大大降低了生产成本。德国的经济布局也更加优化，使煤、矿石、棉花等重要物资得以合理的配制和利用。同时，铁路建设对设备的需求为德国煤炭、钢铁和机械工程工业提供了广阔的新市场，促进了采煤业、钢铁工业和机车工业的发展。另外，德国的铁

[27] 李斯特主张铁路建设应由私人资本主导，但同时需要政府的积极支持。私人企业负责铁路的建设和运营，政府则通过提供土地、税收优惠、贷款担保等手段，降低私人资本的风险，鼓励其参与铁路建设。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

路建设也极大地推动了德国市场的统一及民族认同感的形成。全德铁路网的建立不仅在经济上促进了统一市场的形成，而且大大增强了德国统一民族的认同感和凝聚力。统一市场的形成进一步壮大了德国资产阶级力量，推动了小德国地区同普鲁士经济一体化，从而带动了德国的工业化，并且使德国迅速成为世界强国。最后，铁路建设引起了社会变革。德国铁路建设对城市化的发展产生了重大影响。机器大生产取代了手工业生产，传统手工业和基于家庭的生产模式遭到破坏，贫困农村人口大量向城镇转移，开启了城市化的新进程[28]。职业的分布也受到了影响，从事传统农业的人数减少，而从事工业、交通、商业等新型行业的就业人数激增。

与统一市场和工业需求相配套，德国还逐步建立起保护技术发明和规范创新收益的法律制度。19 世纪初的德意志政治割据导致经济与科技发展严重失衡。随着经济的方展，在联邦内部陆续有了对专利和商标的规定[29]，之后在德国的一些联邦，例如萨克森、符腾堡、巴伐利亚州内，相继出台了一些关于授予专利权的规定。但各邦专利保护期限从 3 年到 15 年不等，且存在重复收费、技术封锁等问题。与此同时，英国工业革命的技术外溢使德意志面临双重压力。一方面，英国机械产品凭借专利技术优势冲击本土市场。另一方面，

[28] 交通运输的便利使人们之间的距离缩短，人口流动变得更加方便与频繁。子女日益脱离大家庭而变得愈加独立，与大家庭的联系日益减少，传统的生活方式受到挑战。人们的观念也发生了新变化，生活在城市的人更容易摆脱原有观念的束缚，善于接受新思想和新观念。

[29] 例如普鲁士在 1818 年颁布了关于钢铁制造厂标示的规定，1842 年的德意志联邦关税同盟协议规定应对具有新颖性和特殊性的事物授予专利。这些是日后德国知识产权法的萌芽。

如李比希等科学家在科学研究领域的突破急需制度保护。这种矛盾在 1871 年德意志统一后达到顶峰，亟需通过制度整合打破各邦壁垒、构建统一市场。

随着俾斯麦建立了统一的德意志帝国，1870 至 1877 年，德国掀起了立法高潮。在此期间，德国出台了一系列知识产权法，为建立知识产权体系打下了基础。1877 年《德国和联邦德国专利法》[30]的颁布标志着现代专利制度的里程碑，其设计理念至今仍被奉为典范。三位一体的专利标准，法律首次明确将“新颖性、创造性、实用性”[31]作为授权核心标准。其中“创造性”要求发明需超越“熟练技术人员的常规改进”[32]（林文元，1993）。另外还有严苛的实质审查制度，柏林专利局配备 200 名审查官，包含工程师、化学家等多领域专家。每项专利平均审查周期达 14 个月，远超英美的形式审查。建立完善了专利公开与技术扩散机制，法律强制要求专利申请 18 个月后公开技术细节，同时建立“专利技术转化基金”，资助中小企业购买专利授权。

19 世纪，德国的专利制度在保护创新与促进扩散间找到了动态平衡。对于德国这样一个后发工业化国家而言，如果缺乏知识产权保护，企业和个人投入研究开发的积极性会受

[30] 德国和联邦德国专利法是德国的第一部专利法于 1877 年颁布。现行的专利法于 1968 年颁布，并在 1977 年和 1980 年作了修改。现行专利法的保护对象是发明专利。实用新型和外观设计的另有专门法规予以保护。

[31] （1）新颖性。西德采用绝对的新颖性标准。（2）创造性。规定如果从现有技术水平来看，某项发明对熟悉该项技术的人来讲并不是显而易见的，则应将该发明视为有创造性。（3）实用性。规定能被任何一种工业、包括农业制造或使用，即应视为可在工业上应用。

[32] 这一条款成功拦截了 84%的低质量申请（据 1880 年专利局报告）。例如，克虏伯公司申请的“改良型炼钢炉”因未能证明热效率提升超过 10%而被驳回。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

到抑制，但如果保护过度，又可能造成技术封锁，阻碍产业整体升级。1877 年专利法通过新颖性、创造性、实用性标准、实质审查和技术公开机制，把发明认定、技术保护、成果传播和产业应用纳入统一法律框架。它与关税同盟、统一市场、工科教育、企业研发和产业竞争共同构成了德国工业创新的制度环境，也为后发国家实现科技赶超提供了经典范本。

七、产学研结合与工业实验室的建立

19 世纪德国在完成政治统一后，传统的手工业作坊和凭经验积累的技术创新已无法满足大规模工业化生产的要求。同时，英国工业革命的经验表明，科学理论指导下的技术创新能够带来生产力的飞跃。在这种背景下，德国企业开始建立专门的工业实验室，将科学研究与工业生产紧密结合。

首先，以巴斯夫、拜耳等化工企业为代表，开始建立小型实验室，主要从事染料、化肥等产品的工艺改进。这一时期的实验室规模较小，研究内容以应用开发为主。其次，随着第二次工业革命的深入，电气、钢铁等行业相继建立实验室，包括西门子公司建立物理实验室、克虏伯公司设立冶金实验室等。实验室逐渐开始系统性地进行基础研究与应用开发。后来，工业实验室进入全面发展阶段，研究领域扩展到光学、制药等多个行业，比如蔡司公司的光学实验室、赫斯特公司的制药实验室等成为行业标杆。实验室逐渐开始采用多学科交叉的研究方法，建立了系统的研发管理体系（卫才

胜，2003）。

德国工业实验室取得了一系列重大成就，这些成就不仅推动了德国工业的腾飞，也对世界科技发展产生了深远影响。在化学工业方面，巴斯夫实验室开发的合成靛蓝工艺彻底改变了染料工业；拜耳实验室发明的阿司匹林开创了现代制药工业。在电气工业方面，西门子实验室在发电机、电动机和输电技术方面的突破，推动了电气化时代的到来；埃米尔·拉特瑙在 AEG 公司建立的实验室，在交流电技术的应用中发挥了关键作用。在材料工业方面，克虏伯实验室开发的特殊合金钢，显著提高了机械制造和军工产品的性能；光学玻璃的研制成功，使德国成为精密光学仪器的生产中心（卫才胜，2003；高芳&王艺颖，2025）。

19 世纪德国工业实验室的发展，在一定程度上标志着科技创新模式的重要转变：从个人发明家时代进入组织化研发时代。工业实验室成为连接科学与产业的桥梁，开创了系统化的研发流程，将基础研究、应用开发和工艺优化有机结合。通过持续的研发投入，德国在化工、电气、光学等领域建立起技术优势，为 20 世纪初德国经济的腾飞奠定了基础。同时，工业实验室与大学的密切合作，形成了“理论-实践-创新”的完整链条。这种模式培养了大批既懂理论又擅实践的技术人才，为德国工业的持续创新提供了人才保障。科技创新不仅是技术突破的过程，更是制度创新的结果。德国工业实验

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

室的成功经验被其他国家效仿，推动了全球科技创新体系的变革。

八、公共文化与知识传播

19 世纪德国成为世界人才中心和创新高地，离不开更广泛的公共文化的形成与知识传播环境的塑造。科学活动要从少数大学、实验室和专业学会扩展为具有社会影响力的事业，需要有能够承载知识传播的出版体系、阅读网络、公共讲座、借书馆、学术社团和市民文化空间。德国公共文化的发展，使知识可以通过书籍、报刊、讲座、社团和城市公共空间进入市民社会，扩大了科学知识的社会受众，提高了社会对教育、理性、专业知识和科学人才的认同。

德国公共文化的形成首先与较高的识字水平和国民教育基础密切相关。如前文第四部分所指出的，德国通过义务教育、师范教育和学校管理规章建立起较完善的国民教育制度。到 19 世纪末，德国未达到读写水平的儿童比例已经显著低于英法等国[33]。这种较高的基础识字水平，使书籍、报刊、杂志和通俗读物能够拥有更广泛的读者群，为科学知识和专业知识向社会扩散提供了必要前提。同时，从拿破仑战争到德意志帝国建立的剧烈变革中，多重历史因素交织催生阅读需求。启蒙思想的传播、民族危机的加剧、工业革命的

[33] 到 19 世纪末，德国未达到读写水平的儿童仅占 0.05%，同期英国为 1%，法国为 4%。德国的普及义务教育程度，远远领先于欧洲其他国家。德国所招新兵文盲率从 2.37%（1875 年）降至 0.15%（1895 年），到 1910 年时只有 0.02%，以至于 1899 年，德国舰队访问西班牙时，当地人惊讶于德国水手们个个都能阅读他们收到的邮件。

冲击，共同构成了阅读革命的深层动因。数据显示，1800 年德国阅读者仅占人口 25%，至 1870 年已上升至 75%（景德祥，2019）。宗教改革时期形成“圣经阅读”传统[34]，遗留的阅读传统与启蒙思想结合，催生新型知识传播需求。当工业化带来社会结构重组时，阅读成为新兴阶层实现身份跃迁的重要工具。

出版业和版权制度的发展进一步扩大了知识传播范围。1820 年后，新型印刷机效率提升约 10 倍，普鲁士印刷机数量在 30 年间增长 147%[35]，为图书生产和知识扩散提供了技术基础（景德祥，2019）。与此同时，出版法律体系的完善也进一步推动了知识传播。19 世纪中期以后，德意志地区逐步调整版权保护制度，既保障作者和出版者的基本权益，也打破了出版巨头对经典作品的长期垄断。随着“永久性版权”逐渐消失，歌德、席勒等经典作家的全集可以由更多出版社重新出版，并以更低价格进入图书市场。例如，莱比锡的雷克兰袖珍书出版社推出《歌德全集》，以《浮士德》作为第一册，售价仅 20 芬尼。1871 年德意志帝国建立后，相关出版法律得到延续，营业自由法的实施也进一步促进了出版业发展。版权制度调整、出版限制放松和营业自由扩大，共同降低了经典作品和学术读物的传播成本，使科学、哲学和专业著作

[34] 德国北部的阅读率比南部要高得多，原因是北部多新教徒，南部多天主教徒。新教徒更为重视圣经的阅读，识字率与阅读能力也因此要比天主教徒高。

[35] 1820 年以后采用的新型印刷机每小时可印 5.67 万页。这种新型印刷机，普鲁士在 1820 年使用 516 台，1848 年增加到 1275 台。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

能够更广泛地进入市民阶层和学生群体的阅读生活。

此外，19 世纪德国阅读生态也发生了结构性变化。首先是内容生产迅速增长，图书出版种类从 1805 年的 4181 种增加到 1913 年的 34871 种，百科全书印量也大幅扩大。出版规模的扩张，推动知识传播逐渐摆脱教会和少数精英的垄断，世俗化、专业化的知识体系加快形成。报刊也成为多元思想传播的重要载体。革命期间大量新报刊涌现，虽然部分进步报刊遭到压制，但仍在培育市民政治意识、扩展公共讨论空间方面发挥了重要作用。随着 19 世纪后期出版审查逐步放松，报刊业和图书市场进一步发展，科学知识的社会化传播明显加快。科技类书籍占比从 18 世纪的 15%提升至 19 世纪中叶的 35%，书籍定价显著下降，使学者专著和专业读物开始进入更广泛的市民阶层（景德祥，2019）。

借书馆、兜售书商和书展进一步拓展了知识传播渠道，推动阅读活动进一步平民化、社会化。借书馆[36]的普及重构了知识获取方式，也使阅读从上层社会的私人消费变成更具公共性的知识获取方式。1875 年全德近 5000 家借书馆的读者覆盖各群体，读者覆盖手工业者、商人、女性、学生、工人和官员等多个群体，其中手工业者与商人占比达 50%。“知

[36] 据统计，1875 年，德国拥有 970 家正式的借书馆，非正式的约有 4000 多家，几乎每个城市都有一家借书馆。借书馆也是出版社推销新书的主要客户。在 19 世纪五六十年代，出版社初版的文学作品一般不超过 800 册，基本上预设每个借书馆购买一本。借书馆如此受欢迎，一个重要的原因还是当时的国民收入较低。只有极少数上层社会成员能够随心所欲地买书阅读乃至拥有一个私人图书馆，许多中产阶层也必须依靠借书馆来满足自己的读书需求。对于广大的社会底层来说，甚至有限的借书费用也是难以承担的家庭开支。有研究表明，工人借阅的主要是娱乐性或消遣性读物。

识租赁”模式降低了普通人接触图书的成本，提高了图书流通效率，形成覆盖面广泛的新型传播网络。同时，“小货郎”式兜售书商也使社会下层接触到书刊的机会增加，各类读物通过兜售书商传播到社会各户。莱比锡书展则从地区性图书交易平台发展为国际知识交易中心，参展出版社从 1825 年的 56 家增至 1890 年的 2100 家。（景德祥，2019）。

城市公共空间和市民社团也为知识传播提供了重要场所。读书会、讲座、学术协会、教育团体、工人教育组织和地方文化社团不断发展，不仅传播知识，也塑造了讨论、辩论和公共理性的习惯。这种知识传播网络还增强了德意志文化共同体意识，深刻重塑了民族的精神面貌。19 世纪德意志长期处于政治分裂状态，统一的民族国家形成较晚，但通过共同语言、共同经典、共同教育和共同出版市场，德意志地区逐渐形成超越邦国边界的文化联系。歌德、席勒、康德、费希特、黑格尔等思想和文学资源的广泛传播，塑造了德国人的文化认同，也使教育、理性、科学、民族复兴等观念在更广泛社会中获得共鸣。

九、综合分析

总体来看，19 世纪德国成为世界人才中心和创新高地，是思想观念、国家能力、社会结构、教育制度、科研组织、工业化推进和公共文化等相互作用的结果。哲学提供知识观和价值基础，社会结构转型打破了传统等级秩序。普鲁士改

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

革和德意志统一增强了国家整合能力，为教育、科研、产业和法律制度建设提供了政治框架。社会结构转型打破了传统等级秩序，教育体系的完善形成了从基础教育到研究型大学的人才培养链条。科研范式变革把科学研究转化为制度化活动。经济统一与工业化转型不断提出新的技术问题，专利制度、技术标准和知识产权规则又为创新收益和技术扩散提供了法律保障。与此同时，较高识字率、出版业繁荣、借书馆和公共讲座扩大了知识传播范围，使科学和教育获得更广泛的社会认同。

由此，德国形成了一种高度互补的制度组合。思想提供价值基础，国家提供组织能力，教育提供人才供给，科研制度提供知识生产平台，工业化提供问题牵引，法律规范提供稳定预期，公共文化则扩展社会支持。在它们的共同影响下，德国在 19 世纪后半期至 20 世纪初在数学、物理学、化学和工程技术等方面实现了整体跃升，成就了“科学帝国”的黄金时代，各类科技人才创立的学术范式至今仍在量子物理、化学工程等领域发挥着持续影响力，更为后来的大学制度、科研职业化、学科专业化和产学研协同提供了重要范本。表 6-1 列举了 19 世纪前后德国有关的主要科学家及其科学成就。

表 6-1 德国在世界人才中心和创新高地时期的有关主要科学家及其科学成就

主要科学家	年份	主要科学成就
尤斯图斯·冯·李比希 *Justus von Liebig* (1803-1873)	最重要的贡献在于农业和生物化学。创立了有机化学，被称为“有机化学之父”；发现了氮对于植物营养的重要性，也被称为“肥料工业之父”。	
	1829	发现并分析马尿酸
	1831	发现并制得氯仿和三氯乙醛
	1837	《有机物分析》*Anleitung zur Analyse Organischer Körper*
	1837	与弗里德里希·维勒合编《纯粹与应用化学词典》*Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie*
	1839	提出多元酸理论
弗里德里希·维勒	人工合成了尿素，打破了有机化合物的“生命力”学说。	

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

Friedrich Wöhler (1800-1882)	1828	《论尿素的人工制成》
	1830	《无机化学概论》*Grundriss der Anorganischen Chemie*
	1840	《有机化学概论》*Grundriss der Organischen Chemie*
乔治·西蒙·欧姆 *Georg Simon Ohm* (1789-1854)	物理学家，他发现了电阻中电流与电压的正比关系，即著名的欧姆定律。电阻的国际单位制“欧姆”以他的名字命名。欧姆的名字也被用于其他物理及相关技术内容中，比如“欧姆接触”，“欧姆杀菌”，“欧姆表”等。	
	1826	发现欧姆定律
	1827	《动电电路的数学研究》
约翰·彼得·古斯塔夫·勒热纳·狄利克雷 *Johann Peter Gustav Lejeune Dirichlet*	德国数学家。他对数论（包括创立解析数论）、傅里叶级数理论和其他数学分析学领域有杰出贡献，并被认为是最早定义现代函数的数学家之一。	
	1837	狄利克雷定理

（1805-1859）		
马克斯·卡尔·恩斯特·路德维希·普朗克 *Max Karl Ernst Ludwig Planck* (1858-1947)	主要从事热力学、量子力学方面的研究。物理学家、量子力学重要创始人之一。	
	1879	《关于热力学第二定律》*Über den zweiten Hauptsatz der Mechanischen Wä*
	1893	《普通热化学概论》
	1897	《热力学讲义》
	1900	《论维恩光谱方程的完善》
		《论正常光谱中的能量分布》
		《关于正常光谱的能量分布定律的理论》
	1906	《热辐射讲义》*Vorlesungen über Thermodynamik*
赫尔曼·冯·亥姆霍兹 *Hermann von Helmholtz*	著名的物理学家和生理学家，在热力学、电磁学和生理学等领域都有重要贡献。	
	1847	《力量的守恒》*Erhaltung der Kraft*

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

(1821-1894)	1862	《作为乐理的生理学基础的音调感受的研究》*Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*
	1856-1867	《生理光学手册》*Handbuch der Physiologischen Optik*
	1863	《论音调的感觉》
威廉·康拉德·伦琴 *Wilhelm Conrad Röntgen* (1845-1923)	物理学家，在物理学许多领域中进行过实验研究工作，如对电介质在充电的电容器中运动时的磁效应、气体的比热容、晶体的导热性、热释电和压电现象、光的偏振面在气体中的旋转、光与电的关系、物质的弹性、毛细现象等方面进行研究。	
	1888	《论在一均匀电场中运动的电介质所产生的电动力学力》
	1895	发现 X 射线
		《一种新的 X 射线》*Über eine neue Art von Strahlen*
	1896	《论一种新的射线（续篇）》*Weitere Über eine neue Art von*

		Strahlen
	1897	《关于“X 射线”性质的进一步观察》*Weitere Beobachtungen über die Natur der X-Strahlen*
约翰·卡尔·弗里德里希·高斯 *Johann Carl Friedrich Gauß* (1777-1855)	著名数学家、物理学家、天文学家、几何学家、大地测量学家。被誉为“数学王子”，他在数论、代数、统计学、几何学和天文学等领域都有杰出贡献。	
	1799	《关于代数基本定理的证明》*Demonstratio nova theorematis omnem functionem algebraicam rationalem integram unius variabilis in factores reales primi vel secundi gradus resolvi posse*
	1801	《算术研究》*Disquisitiones Arithmeticae*
	1809	《天体运动理论》*Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis solem ambientium*
	1827	《曲面的一般研究》*Disquisitiones generales circa superficies curvas*

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

	1839	《地磁的一般理论》*Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus*
	1843	《高等大地测量学理论》*Untersuchungen über Gegenstände der Höheren Geodäsie*
波恩哈德·黎曼 *Georg Friedrich Bernhard Riemann* (1826-1866)	数学家，他在数学分析和微分几何方面作出过重要贡献。开创了黎曼几何，并且给后来爱因斯坦的广义相对论提供了数学基础。	
	1854	《论作为几何学基础的假设》*Über die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen*，开创了黎曼几何
	1857	《阿贝尔函数的理论》*Theorie der Abelschen Functionen*，引入黎曼曲面
	1859	《论小于某给定值的素数的个数》*Über die Anzahl der Primzahlen unter einer gegebenen Grösse*，提出黎曼猜想
	1867	《一个函数能否由三角级数表示》*Über die Darstellbarkeit einer Function durch eine trigonometrische Reihe*
	1868	《几何学基础假设探讨》*Über die Hypothesen, welche der*

		Geometrie zu Grunde liegen
菲利克斯·克莱因 *Felix Christian Klein* (1849-1925)	数学家，他在数学和力学领域作出重要贡献，主要课题是非欧几何、群论和函数论。	
	1872	《关于现代几何学研究的比较回顾》*Vergleichende Betrachtungen über neuere geometrische Forschungen*
	1884	《关于二十面体和五次方程的解法》*Lectures on the Icosahedron and the Solution of Equations of the Fifth Degree*
	1894-1908	《高观点下的初等数学》*Elementary Mathematics from an Advanced Standpoint*
	1897-1903	与索末菲 *Arnold Sommerfeld* 合著《陀螺理论》*Theorie des Kreisels*
	1922	《直观几何学》*Vorlesungen über die Entwicklung der Mathematik im 19. Jahrhundert*

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

第七章 第五个世界人才中心和创新高地：20 世纪的美国

在 20 世纪初，美国作为一个新兴的工业化国家，在科学技术和文化影响力上，与欧洲的老牌强国相比仍有不小的差距，更多地扮演着一个追随者和模仿者的角色。然而，在这个风云变幻、波澜壮阔的世纪里，两次世界大战的硝烟弥漫，冷战的铁幕沉重落下，全球政治格局在剧烈的动荡中不断重塑。欧洲大陆在接连不断的战火中遭受重创，实验室被炸毁，工厂转产军需，科学家被迫中断研究甚至被迫害、流离失所。在短短几十年间，经历了内部深刻结构性调整的美国迅速从一片曾经的荒蛮大陆崛起成为全球人才中心和创新高地，世界的创新策源地悄然西移，人才流向从此发生了根本性偏转。爱迪生的电灯照亮世界，贝尔的电话连接千家万户，曼哈顿计划开启核时代，硅谷的崛起引领信息技术革命……美国开始从科技舞台的边缘走向中央，在 20 世纪的科技舞台上大放异彩，成为全球优秀人才的向往之地。

一、优越的自然地理条件

Acemoglu 和 Robinson(2012)在《国家为什么会失败》一书中，曾以美墨边境的诺加利斯城为例——该城被一道栅栏分成两部分，北部属美国、南部属墨西哥，两地居民的文化、气候、地理位置完全相同，但经济发展和生活水平天

差地别，反驳了地理决定论，认为是制度而非地理条件决定了美国的发展。但毫无疑问，在探讨 20 世纪美国何以崛起成为全球人才中心和创新高地时，自然地理条件是不可忽视的一个重要的因素，优越的地理条件——广袤的国土、丰富的资源、两洋环抱的地理优势以及多样化的气候，无疑提供了重要的物质基础与安全屏障，为美国的农业、工业、科技和国防发展奠定了得天独厚的根基。

从宏观区位看，美国东临大西洋，西濒太平洋，两大洋如同天然的巨型护城河，在亚洲、欧洲其他国家饱受战火摧残时，美国本土成为 20 世纪动荡的全球战局中，唯一一个基本未受战火波及的主要大国，这为其加速发展提供了和平与稳定的环境，为科学研究和社会建设提供了不可或缺的秩序保障。与此同时，其漫长的海岸线和众多优良港口提供了地理上的连通性，也使其得以链接全球其他地区、融入全球知识网络，吸收来自世界各地的科学成果、吸引来自世界各地的优秀人才。

从内部条件看，美国拥有广袤的中央大平原、世界第四长的密西西比河水系、全球最大的淡水湖群和世界第一超过 157 万平方公里的可耕种面积，这些条件使其拥有极为便捷的内陆航运网络，为其工农业发展提供了低成本、高效益的自然基础。此外，美国的石油、煤炭、铁矿等关键矿产资源储量均居世界前列，为工业化进程免除了资源短

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

缺的后顾之忧。多样化的气候与地貌则为地质学、生态学、农业科学等提供了天然的实验室。

总的来说，与 17-19 世纪的几个世界人才中心和创新高地的欧洲国家在自我发展的同时还需长期应对陆上强邻压力的不同，20 世纪美国“东西两面环海、南北邻国无强敌”的独特地缘格局，加之其内部平原广阔、资源丰富、水系发达等优势，使其地缘处境堪称“天选之地”。

二、经济制度的持续变革

20 世纪美国之所以能崛起为全球人才中心与创新高地，富有弹性与生命力的经济制度是核心变量和主要因素，美国的经济制度以私有产权为基础，以市场配置为核心，在“自由放任”与“国家干预”中不断调适适度寻求平衡，为知识生产、技术创新与人才集聚提供了持续的制度激励。

Schumpeter（1934）在《经济发展理论》中即已阐明，经济发展的根本现象是创新，而创新的主体是企业家。美国是一个践行自由企业制度（Free Enterprise System）的国家，生产要素以私有制为基础，经济决策高度分散化，市场网络与价格信号承担资源配置的协调功能，居民与企业以效用或利润最大化为行为动力。一方面，市场通过价格机制和优胜劣汰，不断筛选出效率最高的生产方式和技术路径，企业为了在竞争中生存，必须持续改进工艺、降低成本、开发新产品，这直接转化为对科技进步和优秀人才的

需求。另一方面，正如弗里德里希·奥古斯特·冯·哈耶克在《知识在社会中的运用》中所指出的，分散的知识只有通过分散的决策才能得到有效利用，市场的优越性恰恰在于它能够协调这种分散知识（Hayek, 1945）。当决策权分散在无数企业和个人手中，技术方向的多样性和取得重大创新的概率都大大增加。同时，日臻完善的经济制度以及各项政策和法律，通过保护私有产权、维护契约自由、保障市场准入，保证了创新成功后的超额利润，极大激活了这种企业家精神，使他们愿意承担风险进行创新。

然而，美国经济制度也并非一成不变，从19世纪到21世纪，通过经济制度的持续调整和演进，持续为科技创新注入了制度动力。一战前，美国积极利用国内统一市场建设来积极推进工业化进程，南北战争推进了西部开发和劳动力自由流动，而大规模铁路建设为美国工业发展奠定了坚实基础，逐渐从一个殖民地农业主导国家转变为工业化国家（聂新伟，2023）。两次时间大战期间，美国经历了大萧条和罗斯福“新政”，联邦政府权力不断扩张[1]，联邦政府支出占国民生产总值的比重从1929年的2.5%跃升至1965年的18%（胡国成，1995），这一扩张为战后联邦政府大

[1] 1933年富兰克林·罗斯福就任总统后，在英国经济学家凯恩斯的理论影响下推行“新政”，政府开始全面干预经济社会生活，建立社会保障制度，加强对经济与金融的管理。凯恩斯在1936年出版的《就业、利息和货币通论》中系统论证了，在有效需求不足的情况下，市场无法自动实现充分就业，政府必须通过财政政策和货币政策来干预经济（Keynes, 1936）。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

规模资助科学研究提供了财政能力基础（详见本章第四部分）。

20 世纪 70 年代，美国陷入滞胀，石油危机触发了二战后最严重的全球经济危机。1981 年上台的里根总统，与英国撒切尔夫人同时掀起新自由主义革命，“大幅减税、削减赤字、支持自由竞争、减少政府干预”成为“里根经济学”的核心。在这一模式下，企业对研发的投入迅速增加，逐渐成为科技创新的主体和科研投入的主要来源。同时，20 世纪 70 年代至 80 年代，美国传统产业进入衰退和转型调整期，半导体、软件行业等新兴产业快速发展壮大。回溯 20 世纪美国成为人才与创新高地的历程可以发现，美国经济制度始终保持了很强的制度弹性，这使得美国可以在不同历史阶段灵活调整政府与市场的关系，为科技创新创造了良好的经济条件和制度基础。

此外，美国经济的高度全球化也是其可以成为成为世界科学和人才中心的重要条件。两次世界大战期间，地理上的隔绝使美国远离战场，本土工业体系未受破坏，军火与战略物资出口为美国带来了巨额外汇收入，美国得以实现了财富的快速积累。这也使得全球黄金储备逐渐向美国集中，为美元的国际化奠定了坚实的基础。尽管后来将美元与黄金挂钩、各国货币与美元挂钩的布雷顿森林体系瓦解，美元的国际地位却依然得以延续。与此同时，金融体系

的创新、贸易与关税规则的不断完善、跨国企业的全球布局以及低端制造环节的转移等，不仅使美国经济在20世纪深度融入了全球化，奠定了其长期的全球经济霸主地位，也塑造了美国高度国际化的经济结构。这种开放格局也持续吸引着全球资本与人才，为美国的科技创新生态注入了源源不断的外部活力。

三、社会变革

19世纪下半叶，美国的工业化进程步入成熟阶段，除了催生铁路、电气、电话等技术系统的建立和技术的快速成熟，一个涵盖了赞助者、发明家、制造者、使用者以及政策制定者等社会角色在内的负责社会网络逐渐形成，技术与社会相互塑造的早期模式逐渐显现。美国的工业革命奠定了其现代化的基础，与此同时，工业化的迅速发展需要大量劳动力，对劳动力的素质提出了更高的要求，技术革命和工业革命带来了城市化，非农业人口和外来移民数量迅速增长，贫富分化、社会秩序、城市管理等问题开始显现（孙益和武美红，2017）。社会大众开始主动通过各类改革运动，试图消除由科技革命和工业革命带来的诸多弊端，这对美国的发展产生了极其深远的影响。

19世纪末至20世纪初，进步主义改革运动在美国兴起，学者们常将这一时期称为“大转折的年代”（邓超，2012）。与独立战争和内战等革命手段不同，进步主义运动旨在通

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

过渐进改革的方式缓解贫富分化、纠正社会不公等社会冲突问题，维护美国式自由民主，建立一套适应工业文明的新秩序。这一运动同时在联邦、州和市三级展开，以中产阶级为主体，社会各阶层均有参与，推动了直接选举参议员、允许选民提案、反托拉斯运动、改善工人待遇、劳工权益保障、推动妇女投票权的实施等政治、经济、社会各方面的进步，为后续科技发展创造了更加公正有序的社会环境，也促进了现代国家治理体系的不断完善。

此外，移民社会的多元性、包容性等优势也逐渐形成，并通过立法等方式形成制度优势。20 世纪 50 年代，美国爆发民权运动，通过非暴力抵抗、大规模游行和法律斗争，最终推动国会通过了 1964 年《民权法》和 1965 年《投票权法》，从法律上废除了种族隔离，这也使得大量原本被排斥在主流科技体系之外的黑人和其他少数族裔人才获得了进入科学和工程领域的机会，改变了美国科技人才的构成。几乎同一时期，女性主义的第二次浪潮兴起，以白人职业女性和中产阶级中年妇女、白人青年女性为主体为主要力量，极大推动了女性参政、就业、晋升、教育平等权等女性利益权利的争取（王恩铭，1995）。这一运动也促使大学和科研机构向女性敞开大门，提高了女性在科学、技术、工程和数学领域的参与比例。总体而言，社会结构的深刻变革有效拓宽了人才基础，为科技体制注入了公平与多元的价

值理念，也塑造了人才成长和科技发展的社会生态，促进科学技术、社会、人才的良性互动。

四、思想文化环境

美国之所以能够在 20 世纪从一个追随欧洲的技术边缘国家转变为全球的人才中心与创新高地，深植于其社会肌理中的思想文化基因——边疆精神的转化、实用主义哲学的兴起与科学自主性意识的觉醒、持续开放的移民文化——起到了不可替代的深层支撑作用，共同塑造了一种有利于科学发展和人才成长的文化环境。

早在 17 世纪，来自欧洲的清教徒移民将反对封建专制和宗教束缚的激情以及新教“勤劳务实、开拓进取”的伦理价值观带到美国，加之资本主义上升时期的冒险精神，逐渐塑造了美国开拓进取、勇于冒险、以个人自由为核心、强调个人奋斗的文化基调。19 世纪末，弗雷德里克·杰克逊·特纳提出“边疆假说”（Frontier Thesis）（Turner, 1893），对美国创新文化的心理构建具有决定性影响。特纳认为，长期的西进运动塑造了美国人特有的个性：极端的个人主义、对既有社会层级的漠视以及对新奇环境的适应力。当 1890 年美国人口普查宣布物质边疆消失时，这种能量并未消散，而是转化为一种“科学边疆”的渴望。在传统的欧洲社会，失败往往意味着社会声誉的永久丧失，而在边疆文化中，失败是“重新开始”（Perennial Rebirth）的必然部分。这种对冒

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

险的极度包容，使得美国在 20 世纪能够容纳大量的“破坏性创新”，并形成了一种允许创业者“快速失败、低成本复盘”的社会文化。

此外，20 世纪初，以查尔斯·桑德斯·皮尔斯（Charles Sanders Peirce）和约翰·杜威（John Dewey）为代表的实用主义哲学（Pragmatism）彻底改写了美国人的知识观。皮尔斯提出的“务实格言”（Pragmatic Maxim）认为，一个概念的意义完全在于其产生的“可想象的实际效果”（Peirce, 1878）。这种观点在科学领域转化为一种极其强烈的工具主义（Instrumentalism），即科学理论不是对客观现实的最终描述，而是解决环境挑战的“工具”。1916 年，杜威在《民主与教育》中将这一哲学落地为教育改革（Dewey, 1916）。他批判欧洲那种以复述传统知识为核心的教育体系，主张“从做中学”（Learning by Doing），将学生视为主动解决问题的代理人，而非知识的被动容器。这种教育导向在 20 世纪直接塑造了美国的科研评价机制。

在实用主义席卷美国教育与工业界的同时，基础研究、纯科学的地位也在美国逐渐确立。亨利·罗兰（Henry Rowland）等一批在德国接受了教育的科学家接受了美国大学的要职。1883 年，罗兰在美国科学促进会（AAAS）发表“为纯科学呼吁”（A Plea for Pure Science）的演讲，他提出“美国科学属于未来，而非现在或过去。在我的位置上，正

确的做法是思考如何在本国创造一门物理学，而不是把电报、电灯等便利设施都称为科学……要有科学的应用，科学本身必须存在”（Rowland, 1883）[2]。

以亚伯拉罕·弗莱克斯纳（Abraham Flexner）为代表的一批思想家也为“基础研究”而呼。1939 年，弗莱克斯纳在普林斯顿高等研究院（IAS）创立初期发表了著名的文章《无用知识的有用性》（The Usefulness of Useless Knowledge）。他尖锐地指出，人类历史上最重大的技术变革，往往源于那些完全不考虑“用途”、仅由好奇心驱动的科学家（Flexner，1939）。他引用了一个经典的科技史案例：马可尼虽然“发明”了无线电，但其贡献仅是一个“聪明的技术员”；而真正的突破来自于麦克斯韦和赫兹，他们进行的是毫无应用目的的电磁波理论研究。没有这些“无用”的理论，马可尼的所有“实用”发明都无从谈起。几乎同一时期，美国科学界的领袖亚历山大·贝奇（Alexander Bache）和约瑟夫·亨利（Joseph Henry）提出并致力于重建美国科学研究体制，主张科研应基于兴趣和前沿，而非仅限制于培根提出的实用主义中，认为科学控制权由一流科学家掌握，大力推动原创性科学研究（樊春良，2024）。

美国科学界在 20 世纪前后逐渐形成的“纯科学”思想与

[2] 原文为“American science is a thing of the future, and not of the present or past; and the proper course of one in my position is to consider what must be done to create a science of physics in this country, rather than to call telegraphs, electric lights, and such conveniences by the name of science…To have the applications of a science, the science itself must exist.”

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

传统的“实用主义”之间并非对立，而是形成了有益互补。一方面，强调自由探索的基础研究为技术创新提供了理论源泉；另一方面，实用主义则重视将科学发现有效地转化为实际应用。实用主义作为美国的“国家哲学”（黄涛等，2024），重视实践与科学发现的转化，重视工业和经济发展的实际需要。纵观美国的 20 世纪，其之所以能够成为创新高地，也在于在纯科学与实用主义之间维持了一种微妙的平衡。但是到 20 世纪末，这种平衡开始发生倾斜，1980 年的《拜杜法案》将实用主义推向了极致，这虽然加速了技术转化，却也被批判者认为导致了学术环境的过度逐利，阻碍了知识的自由流通。如果未来科研评价机制日益倾向于可量化的短期结果、或是纯科学完全脱离社会需求，这种高地的优势也将不复存在。

此外，美国之所以能在 20 世纪成为全球人才中心，其倡导的“普世主义”与“学术自由”，成功地在多次全球危机中吸纳了最顶尖的头脑。如前所述，二战前后，以爱因斯坦、约翰·冯·诺依曼为代表的欧洲流亡科学家群体集体迁往美国。冯·诺依曼的故事极具代表性。作为匈牙利银行家的儿子，他在欧洲面临着严苛的学术层级和日益浓厚的反犹歧视。而在美国，他发现了一片只看重能力和结果的土壤。他在二战期间担任政府、大学和工业界的交叉顾问，这种身份的流动性在彼时的欧洲是难以想象的。

人才迁移的背后也是学术规范的重组。不同于传统的欧洲学术体系深受“血缘、背景和门第”的影响，美国在 20 世纪中期建立的体制更倾向于一种基于“测试分数的精英体制”（Meritocracy Based on Accomplishment）。20 世纪 60 年代，耶鲁大学等常青藤盟校主动放弃了“世袭贵族”的招生偏好，转而追求来自公共教育体系的聪明、勤奋的学生。这种机制对全球人才产生了一种强大的吸引力，他们相信，在美国，他们的身份是“科学家”或“创新者”，而非某种社会阶级的附属品。这种“身份剥离”让美国得以建立起一种极其高效的智力资源分配系统。

五、教育系统与科研环境

20 世纪刚开始时，美国的高等教育仍处于欧洲模式的阴影之下，其科研产出远逊于德国和英国。然而，通过将德国式的“纯科学”理想与本土开拓者式的“实用主义”进行结合，美国在短短半个世纪内构建了一个前所未有的知识生产模式，最终确立了其科技“霸权”地位。

19 世纪末至 20 世纪初，美国大学体系经历了深刻变革，变革的核心在于如何处理两种截然不同的知识观，即一种是源自柏林大学、强调知识纯粹性的德国“洪堡模式”（Humboldtian model），另一种是植根于 1862 年《莫里尔法案》（Morrill Acts）（又称《赠地法案》）[3]的、强调社

[3] 该法案规定，联邦政府拨给每位议员 3 万英亩土地，各州应将赠地收入用来开办或资助农业和机械工艺学院（又称“赠地学院”），这些学院主要进行农业与机械工艺教育，同时也进行军事训练、家政教育等。该

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

会服务与工业实用的本土“赠地大学模式”（Land-grant model）。

洪堡模式在欧洲的背景是高度精英化且由国家资助的行政官僚体系，但当它被移植到缺乏深厚贵族学术传统的美国时，立即遭遇了本土实用主义精神的挑战。在科学社会学看来，洪堡模式强调的“纯粹性”在美国被修正为一种“生产性的专业化”。早期的移植者如约翰·霍普金斯大学（Johns Hopkins University）虽然坚持研究生教育和原创研究，但很快发现，如果没有与社会经济结构的关联，这种模式难以维持巨大的运行成本。因此，美国大学开始进行一种“非共识”的修正，即保留德国式的博士培养体系，但将研究课题的边界向工业和农业需求开放。

与此同时，赠地大学模式也面临另一种危机。根据 1862 年的《莫里尔法案》，赠地大学的初始职能是教授农业和机械艺术。但在实践中，早期的赠地大学往往沦为技术培训学校，缺乏深厚的科学根基。1887 年的《赫奇法案》（Hatch Act）通过设立农业实验站，为这些机构注入了研究使命。这种制度设计强制性地将“实验室研究”与“田间应用”耦合在一起，而当直接提高农作物的产量或改善工业效率成为教育的目标时，公众对高等教育的投入意愿也大幅增加。

法案造就了一批现代综合性大学，其中包括密歇根州立大学、普渡大学、麻省理工学院、加州大学伯克利分校等世界名校，也孕育了现代研究生教育体系和美国的创新体系。

在威斯康星大学提出的“威斯康星理念”（Wisconsin Idea）[4]中，大学的边界被等同于州的边界。这种理念打破了洪堡式的“学术象牙塔”，将学术贡献与社会问题解决直接挂钩，这也催生出一种新的组织结构，既可以产生像斯坦福大学这样的具有高度产业敏感性的学术组织，也能支持如加州大学伯克利分校这样坚持基础科学巅峰的公立巨头。因此，相比于德国大学吸引“纯科学”学者，美国的混合模式吸引了发明家、工程师、社会改革家以及纯理论家，促成了20世纪初培养学术界与工业界的频繁互动。

经历了早期的探索期，二战及随后的冷战则是美国科研组织架构发生了重组，形成了一种政产学研用深度协同的新模式（详见本章第六部分），而这背后联邦政府发挥了极大的支持作用（详见本章第七部分）。除此之外，19世纪遗留的学科边界和学科壁垒被打破，通过设立新兴学科和跨学科研究中心，美国开始在分子生物学、计算机科学和材料科学等前沿领域形成优势。分子生物学的诞生是20世纪最成功的学科融合案例之一。1930年代，当生物学还是一个以分类和描述为主的传统学科时，洛克菲勒基金会的自然科学主管沃伦·韦弗（Warren Weaver）意识到，只有引入物理学和化学的工具与思维，生物学才能发生范式转

[4] 威斯康星理念作为一种公共哲学，最早由威斯康星大学校长查尔斯·范·海斯于1904年提出。在教育领域，该理念强调如何阐述教育对威斯康星州政府和居民的作用，这一理念认为大学的研究应被应用于解决问题，改善全州公民的健康、生活质量、环境和农业。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

换，利用基金会的资金优势，他开始资助物理学家和化学家进入生物学领域，并支持生物实验室购买昂贵的 X 射线衍射仪、电子显微镜和超速离心机。这种学科融合模式吸引了大量感到物理学领域已经饱和的学者投身生命科学，直接促成了后来 DNA 双螺旋结构的发现。曼哈顿计划[5]和阿波罗计划[6]则代表了另一种跨学科组织形式。这些大科学项目通过国家层面的资源动员，传统的学科界限通过任务目标被抹平，也形成了人才的超常规聚集。

除此以外，美国在 20 世纪逐渐建立起的 PI（Principal Investigator，首席科学家）制、博士后制度、终身教职制度，以及不断完善的知识产权制度和法律体系（详见本章第八部分），也成为其吸引和流动人才的关键制度保障。无论是 PI 制对于成为兼具科研和团队管理能力的复合型科学家的要求，还是博士后制度建立起的二次优胜劣汰制度[7]，“达尔文式”的生存博弈和由此建立的“学术金字塔”结构，以青年科学家的职业不确定性为代价，倒逼青年学者追求科研

[5] 曼哈顿计划（Manhattan Project），是美国陆军部于 1942 年 6 月开始实施利用核裂变反应来研制原子弹的计划。该工程集中了当时西方国家（除纳粹德国外）最优秀的核科学家，动员了 10 万多人参加这一工程，历时 3 年，耗资 20 亿美元，于 1945 年 7 月 16 日成功地进行了世界上第一次核爆炸，并按计划制造出两颗实用的原子弹。

[6] 阿波罗计划（Apollo program），是美国在 1961 年到 1972 年组织实施的一系列载人登月飞行任务。目的是实现载人登月飞行和人对月球的实地考察，为载人行星飞行和探测进行技术准备，它是世界航天史上具有划时代意义的一项成就。阿波罗计划历时约 11 年，耗资 255 亿美元，约占当年美国 GDP 的 0.57%，约占当年美国全部科技研究开发经费的 20%。提供了惊人的就业长期增长。在工程高峰时期，参加工程的有 2 万家企业、200 多所大学和 80 多个科研机构，总人数超过 30 万人。

[7] 博士后制度最初只是 1920 年代由洛克菲勒基金会和国家科研委员会（NRC）资助的一项小型奖学金计划，旨在为极少数有潜力的青年学者提供深造机会。但在 20 世纪 60 至 70 年代，博士数量激增，仅 10 年间就翻了三倍（Fechter and Gaddy, 1998）博士后制度得到快速发展，成为成为延缓职业竞争、进行二次优胜劣汰的重要结构性缓冲制度。

产出效率，也激发了知识成果产出和转化方面的巨大潜力。为了对冲这种残酷的竞争压力，美国在 1940 年发布《关于学术自由与终身教职的原则声明》[8]等，确立了终身教职制度，一旦他们通过了职业早期的严苛筛选和高压环境[9]，就能获得长期稳定性和安全感，这无疑成为了青年科研人才的职业锚点，吸引了科研人才在此高压体系中长期留存、持续产出。此外，这一制度为学术自由提供了法律保障，教师在研究和成果发表方面享有充分的自由，能在课堂上自由讨论他们的主题等，科学家不必为挑战现有的知识范式而担心生计被政治剥夺，整体上提供了一个更为透明和稳健的职业预期。

同样值得注意的是，美国的科研资助体系在后期也演化出一种压力机制。以 NIH 的资助为例，批评者认为，NIH 资助流程整越来越官僚主义，抑制了变革性创新，许多研究型大学的 PI 乃至是终身教职教授，需要不断争取外部资助（软钱，soft money）来支付自己的部分工资和整个团队的开支（Buck, 2025）。这迫使科学家必须持续产生具有影响力的产出，那些无法维持资助的人会被筛选出科研一线，从而保证了研究岗位始终由最具活力的头脑占据。

[8] 《关于学术自由与终身教职的原则声明》（Statement of Principles on Academic Freedom and Tenure）最早由美国大学教授协会（AAUP）于 1915 年提出，在 1940 年得到修订确立，是成为美国高等教育制度文化的一部分，成为大学教师学术自由权利的基本保障工具。

[9] 该声明也确立了长达 7 年的试用期，期满后如未能晋升副教授则必须离开，即“非升即走”（Up-or-out）。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

六、产学研深度协同

谈到美国的科技发展，产学研协同是绕不开的话题。从演化经济学（Evolutionary Economics）的视角来看，国家创新系统（NIS）的效能不仅取决于单一机构的强度，更取决于机构间耦合的紧密程度与知识流动的速率。二战前，美国的大学主要承担基础研究和人才培养职能，企业则负责将科学知识转化为产品，关系模式相对线性。到了战后尤其是冷战时期，双方的互动关系逐渐转为协同研发，逐渐形成了深度、持续、制度化的互动关系，在人员培养、知识互动和研究方向等方面实现了深度的融合。

以工业实验室的兴起为例，20 世纪以来，通用电气、杜邦、贝尔等相继成立并陆续建立了自己的工业实验室，从事与企业发展相关的研发活动。正如技术创新研究先驱N.罗森伯格所指出的，工业研究实验室如果不是 20 世纪制度创新中最重要的，也是最重要的制度创新之一（Rosenberg, 1982）。20 世纪 30 至 40 年代，在美国的国家研发投入的部门比例中，产业界超过 60%，已成为国家创新的核心主体，其中相当一部分研究是与大学联合开展（Mees，1950）。这一制度使企业与大学、研究所建立起平等的交流合作关系，从整体上建构起更加健全有效的创新系统。以贝尔实验室为例，它的制度设计允许科学家将 20%至 30%的时间用于没有任何商业目标的“自由探索”，同时，

研究人员与周边大学保持密切学术联系，定期举办联合研讨会，博士生在实验室完成论文，实验室的突破性成果又迅速进入母公司产品线。诸如晶体管、激光器、太阳能电池等具有重大影响的成果，正是诞生于这种产学深度互动的土壤之中。

与此同时，美国研究型大学也在 20 世纪完成了关键转型，成为技术突破的源头和创业人才的摇篮。以斯坦福大学为例，二战结束后，弗雷德·特曼（Fred Terman）教授深刻意识到，大学不能仅满足于培养工程师，更应成为区域经济发展的引擎。在他的鼓励下，两名学生创立惠普公司，并在资金和设备上获得了许多支持。1951 年，特曼又推动创建了斯坦福研究园，向高科技公司开放土地和实验室资源，这一创新大大降低了企业获取前沿知识的成本，也使斯坦福的科研成果能够迅速被产业界吸纳，大学智力资源与产业资本需求可以更紧密结合起来，斯坦福研究园也逐渐成为高技术企业的聚集地。后来又在此诞生了硅谷，而斯坦福大学与硅谷之间也形成了一种高度开放、非正式的互动，教授可以到企业兼职，工程师可以回校旁听课程，风险投资家频繁出入校园寻找项目，形成了低壁垒、高流动的互动模式。

常与硅谷进行对比的是 128 号公路，这条环绕波士顿的高速公路走廊主要依托麻省理工学院（MIT）进行，MIT

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

与产业界也有着深厚的合作传统，其周边多是大中型企业，更依赖稳定的政府订单。二战期间，MIT 的辐射实验室研发了雷达系统，冷战时期，MIT 及其周边企业专注于航天、电子、导弹等高端军工领域，承接了大量国防合同。MIT 与企业的互通当时也更加正式，主要通过大学的技术转让办公室、委托合同等开展定向研究，成果转化路径清晰规范。

产学研深度协作的背后离不开政府的积极推动，政府鼓励企业技术创新，引导知识和技术向企业转移，与产业界、学界形成了紧密的合作关系，这也是美国能够在 20 世纪成为新的科学中心和人才中心的重要因素。19 世纪后期开始，美国工业化进程加速，这使得产业界对科技领域人才的需求急剧上升，但这一时期，政府与产业的关系仍然比较松散。

进入 20 世纪，世界大战期间，联邦政府开始取代企业成为研发投入的核心主体，政府与产业界的关系也发生了转变。一战期间，美国成立国家研究委员会（National Research Council, NRC），首次将政府、大学和工业界的科学家与工程师带头人纳入统一协调框架，促进了科学家与产业界的广泛合作。二战期间，这种合作进一步加深。1941 年，万尼瓦尔·布什（Vannevar Bush）主导创立了科学研发局（OSRD[10]），并开始推行科研合同制，将任务委托给现有

[10] 美国科学研究与开发办公室（OSRD）是二战期间（1941-1947）美国联邦政府机构，由万尼瓦尔·布什领导，直接对总统负责，这一机构的设立旨在加速军事技术研发，推动了雷达、青霉素和曼哈顿计划等关键

的私立或公立大学，政府支付所有直接成本和间接成本，确保大学在承担国防任务时不至于破产，但也不通过战争获利；允许大学将一部分办公楼租金、行政人员工资和水电费摊销在科研经费中，实现了美国研究型大学基础设施的隐形的大规模扩建，也形成了服务国家需求的“战时创新联合体”。

到冷战时期，政府与产业界逐渐制度化，联邦政府仍是主要的研发投入主体，承担了许多高风险投入，产业界和大学作为创新主体，主要负责技术研发和商业化。除了传统大型企业及其工业实验室继续发挥重要作用，受益于国防采购政策、政府研发合同以及小企业创新研究计划等机制，新兴的高新技术企业开始涌现，为战后的美国创新体系注入了新的活力。即使是以自由包容闻名的硅谷以及半导体行业的兴起，政府也起到了十分积极的作用（知识产权保护、移民政策等将在下一部分详述），其早期的发展离不开国防部的大量采购和政策支持，可以说，政府为新兴技术研发提供了应用场景和市场保护。

虽然到了20世纪80年代，产业界再度超过联邦政府，成为研发经费投入的主要来源，创新活动开始由政府主导转向企业主导，而政府在产业创新、产学研合作方面却从未彻底退出，在区域层面实施了多项创新计划引导公共部

技术。战后，其功能被其他机构取代。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

门和私营部门合作，研发、应用、传播技术和商业知识，推动区域创新体系建设（Saxenian, 1994）。政府、企业、高校之间形成了紧密合作、相互促进的“三螺旋”（Triple Helix）模式[11]，促进了技术的进步和大量优秀科技人才的培养。

七、政府的参与、引导和支持

自美国独立以来，政府对科技活动的参与程度也经历了几个时期的变化。建国初期，美国仍是一个农业国，经济也主要是以农业为主的种植园模式，科技发展处于起步阶段，政府也很少参与或介入科技活动。进入19世纪，政府对科技发展的参与度不断提高。1862年的《莫里尔法案》和1887年的《哈奇法案》标志着联邦政府开始介入科研工作，支持各州建立大学和科研机构。尤其是伴随着19世纪下半叶南北战争的爆发，军事科技需求不断增加，美国尤其是北方的工业化进程加速，都对政府职能提出了更高要求，美国政府通过资金支持等方式，为本国的科技领域崛起提供了坚实的政治支撑。

进入20世纪，美国政府对科技创新的重视直接体现在研发投入的大幅提高上，1935年至二战结束，美国研发经

[11] “三螺旋”（Triple Helix）理论由美国社会学家亨利·埃茨科威兹（Henry Etzkowitz）与荷兰学者劳埃特·雷德斯多夫（Loet Leydesdorff）于20世纪90年代中期系统提出，思想渊源最早可以追溯到1982年查尔斯·洛（Charles U. Lowe）在《耶鲁生物学与医学杂志》的一篇文章——曾以“三螺旋”隐喻美国国立卫生研究院（NIH）、产业界与学术界在生物医学领域的合作关系，并敏锐地指出，需要“在科学家的知识独立性与产业界对商业机会的渴求之间取得平衡”。1995年，埃茨科威兹与雷德斯多夫正式发表了题为《大学-产业-政府关系的三螺旋：知识经济发展的实验室》，标志着这一理论的正式确立，借用生物学中DNA三螺旋的结构隐喻，文章指出：在知识经济时代，大学、产业和政府这三个原本沿着线性轨迹演化的“螺旋”，开始相互缠绕、彼此嵌套，其关系不再是一方主导另外两方，而是通过持续的协商与互动，共同推动创新。

费从 1 亿多美元增长至 15 亿美元。同时，受战争影响，许多科学家和科研人才离开欧洲、来到美国，美国的科技人才聚集程度也不断提高。20 世纪 60 年代前后，与苏联的军备竞赛进一步推动政府大力扶持科技发展，美国政府进一步加大了对科研的投入，特别是在航天和信息技术领域，阿波罗登月计划推动了航天技术发展的同时，也带动了计算机、材料科学等多个领域的进步，也吸引了全球顶尖科学家和工程师的加入。直至“冷战”结束后，美国科技政策的重心也逐渐从军事科技转为基础研究和公益性研究，企业的创新主体地位开始日益凸显。

在此期间，研发经费占 GDP 的比重也从战后最初的 1%增长到 20 世纪 60 年代中期峰值的 3%，其中，政府投入占比约为 2/3；到 1969 年，研发经费规模达到 256 亿美元，远超联邦德国、法国、英国和日本等国之和的 113 亿美元（Mowery and Rosenberg,1993）。对大学的资助占比也由 1935 的 25%增长到 1960 年的超过 60%，资助规模增长了数十倍（Rosenberg and Nelson，1994）。在此过程中，美国逐渐形成了多元化的资助体系。原子能委员会（能源部 DOE 的前身）、卫生和公共福利部（主要是 NIH）、国家宇航局（NASA）、国防部高级研究计划署（ARPA，现在的 DARPA）、农业部等与科学技术密切相关的几个主要部门和机构都成型于这一时期，各个部门逐渐加大了对科学研

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

究的支持，一批研究机构和国家实验室（如阿贡国家实验室、劳伦斯伯克利国家实验室）纷纷成立。

在政府的政策和资金支持下，美国的科研体系也不断完善。1945 年，万尼瓦尔·布什在著名的《科学：无尽的前沿》报告提出国家科学发展的战略设想——作为“没有止境的边疆”的科学将会取代美国西部物理上的边疆，成为国家的经济发展、人民生活标准提高和社会进步的新动力（Bush, 1945）。他在报告中提出，基础科学是国家发展的核心动力，联邦政府应承担起支持科学研究和培养科学人才的职责，通过科研投入、保障学术自由等推动自主创新，并建议成立国家研究基金会（即后来的“国家科学基金会”[12]）。这一报告成为美国战后至今科技发展的奠基性政策。

美国的科技体制和研究体系框架也在 20 世纪 60 年代末基本形成。在政府的最高决策层，设有科技政策决策协调和咨询机构——白宫科学和技术政策办公室（OSTP，前身为白宫科学技术办公室 OST）、国家科学技术委员会（NSTC，前身为联邦科学技术委员会 FCST）、总统科学技术顾问委员会（PAST，前身为总统科学顾问委员会 PSAC），并称为美国政府科技咨询的“三驾马车”，为美国的重大科技决策、科技创新战略提供了强有力的支持和保

[12] 1945 年至 1950 年，关于成立国家科学基金会，美国进行了持续性论证研究。在这个过程中，海军办公室、原子能委员会（能源部的前身）和国立卫生研究院（NIH）等都相继开始支持科学研究，到 1950 年国家科学基金会（NSF）成立时，并未成为一个统一的、全国性的支持科学发展的机构，而仅是作为联邦政府多个支持科学研究的部门和机构中的一个。

障。科研体系的其他部门也各司其职，基本形成了以大学主要负责基础研究、政府研究机构和国家实验室主要负责应用和大科学研究、企业主要负责应用研究和试验发展的科研系统。庞大的科研系统对全世界的人才都形成了很强的吸引力，吸引了许多顶级科学家以及各个层次科技人员，通过技术移民等方式来到美国，科学技术发展的各方面都体现出了更高的国际化和多样性。

此外，在美国的政治体制下，地方政府也在科技创新中发挥了重要作用。美国的政治体制以三权分立为基础，总统是国家最高行政首长，主要职责为“监督法律之忠实执行”拥有行政决策权；国会由参议院和众议院组成，拥有唯一立法权，负责立法和监督总统；司法权归美国联邦最高法院所有，三者之间相互独立又相互制衡。美国政治体制的另一个典型特征是联邦制，强调地方自治，各州在教育和经济发展领域拥有高度自主权。这种分权格局形成了“联邦引导、州为主导”的独特科技治理模式，即联邦政府负责宏观战略与基础研究投入，各州则可以根据自身产业优势制定差异化政策，各州之间的良性竞争与相互补充，避免了单一决策体系可能产生的僵化，对国家整体的科学创新形成了多样化的支持体系，使整个国家创新体系更具韧性。

八、法律与政策等制度保障

除了科研投入的持续增加、科研体系的日趋完善以及

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

由分权带来的政策多样性，美国政府还通过加大知识产权保护、采取更灵活的移民政策等方式，为科学创新和人才发展提供了法律和制度保障。美国是世界上最早实行专利制度的国家之一，美国宪法成为第一部准予在有效期内保护知识产权的国家法律（Thibadeau，2004），1787 年 9 月制定的《美利坚合众国宪法》第 1 条第 8 款第 8 项明确规定，“为发展科学和实用技艺，国会有权保障作者和发明人在有限的时间内对其作品和发明享有独占权”[13]。以此为依据，美国于1790年制定了第一部专利法（the patent statute）。该法案通过后，由国务卿托马斯·杰斐逊（Thomas Jefferson）[14]、陆军部长亨利·诺克斯（Henry Knox）和司法部长埃德蒙·伦道夫（Edmund Randolph）组成的第一届专利委员会，开始进行专利审查。1802 年，联邦专利局（Superintendent of Patent）成立，威廉·桑顿（William Thornton）任第一任局长。1836 年《专利法》（the Patent Act）于 7 月 4 日签署成为法律，该法引入了新的专利编号制度，要求在授予专利之前对专利进行审查，并为此建立了一支专业的专利审查员队伍。

[13] 原文为 “The Congress shall have Power…To promote the Progress of Science and useful Arts, by securing for limited Times to Authors and Inventors the exclusive Right to their respective Writings and Discoveries.” [Article I, Section 8, Clause 8, The United States Constitution].

[14] 美国的开国元勋之一、美国第三任总统（1801-1809 年）托马斯·杰斐逊在推动美国专利立法等方面发挥了重要作用，他不仅是第一届专利委员会的成员，也常被认为是美国专利制度的第一位管理者和第一位专利审查员。他很早就认识到了知识产权不同于其他产权的属性，在与众议员 Isaac McPherson 的书信中，他提到，“如果大自然有一样东西最不容易被个人独占，那就是人通过思想活动所产生的‘想法’。只要藏在心里，就可独有；但一旦被泄露，就会成为所有人共有的。从自然属性来说，发明本不能成为财产。社会可以为了鼓励人们去产生有益的想法，而授予他们从这些想法中获利的排他性权利。在我们仿效之前，英国是世界上唯一通过法律把‘对某一想法的排他使用权’确立为法定权利的国家”（Jefferson, 1905）。

美国的专利制度为美国在较短时期超越欧洲成为全球领先的科技强国之一提供了基本的激励制度保障。与同时代英国等欧洲国家的知识产权制度相比，美国的专利制度更强调对创作者激励和公众利益的平衡，英国的知识产权法规定了包括版权和专利在内的所有知识产权是可继承的永久权益[15]，而美国的制度则规定了专利保护期限，在知识扩散、传播和转化为现实生产力方面发挥了更大的作用，这也是第一部准予在有效期内保护知识产权的国家法律。

到了 20 世纪 80 年代，美国进一步完善其知识产权保护体系，1980 年，美国颁布《史蒂文森-威德勒技术创新法》《拜杜法案》，标志着美国的技术转移开始由个别的偶尔所为上升为国家层面的行为。前者作为美国第一部定义和促进技术转移的法律，要求联邦科研机构将技术转移作为其重要职责，推动联邦科研机构的角色扩充至技术转移。而《拜杜法案》则使大学、研究机构部门享有联邦资助科研成果的专利权成为可能，极大地激发了技术发明人将成果转化的热情。该法案出台后，美国的科技成果转化率在短期内由 1978 年的 5%翻了十倍（科技部，2016）。该法案曾被《经济学人》杂志评为“美国过去半世纪最具激励性的一个立法”（The Economist, 2002），是美国从“制造经济”转向“知识经济”的标志。此后，美国又先后出台《联邦技术移转

[15] 原文为“inventors have a natural and exclusive right to their inventions, and not merely for their own lives, but inheritable to their heirs”（Jefferson, 1905）。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

法》(1986 年)、《国家竞争力技术移转法》(1986 年)、《国家技术移转与促进法》(1995 年)等法律，为政府技术转移与扩散提供了制度保障，促进了科研成果转移转化，进而推动了高科技产业的发展。

此外，纵观 20 世纪至今美国的发展历程，其之所以能从一个新兴工业国家崛起为全球科技与创新的领导者，灵活、开放且具有战略眼光的移民政策始终是关键驱动因素。美国的发展史本质上是一部移民史，美国的移民政策也大致经历了从开放到限制、再到有选择地吸引高端人才的演变过程，其政策调整始终与国家战略和科技需求紧密相关。20 世纪以前，美国实行相对自由开放的移民政策，尤其是 1864 年颁布的《鼓励外来移民法》鼓励外国劳动力入境，几乎不加挑选地吸引移民，为工业化提供了大量人力资源。但从 1882 年《排华法案》开始，美国转向限制性政策，并于 1921 年到 1924 年，《移民配额法令》的连续出台是一个分水岭，首次以法律形式确立了国籍来源配额制，也标志着美国从“自由开放”转向“有选择性”的吸纳策略，也为美国后续的崛起奠定了制度基础。

20 世纪 30 年代，纳粹德国在欧洲掀起排犹浪潮，迫害犹太科学家，美国相对开放的国门为科学家提供了避难所，爱因斯坦、恩里科·费米、爱德华·特勒、冯·诺伊曼等一大批欧洲顶尖科学家移民美国，极大地充实了美国在物理学、

核科学等前沿领域的科研实力，为后来的曼哈顿计划乃至整个大科学时代储备了核心力量。二战结束前后，美国还通过“回形针行动”[16]等计划有组织地引进德国等国的顶尖科技人才，这种对“头脑”也体现了美国对人才价值的超前认知。这一时期，美国的移民政策进一步向科技人才倾斜。1952 年，美国颁布《麦卡沃伦法案》，明确规定将 50%的移民名额分配给高技能人才，并且通过《富布赖特计划》《国际教育法》等法案，大规模资助外国留学生赴美学习，扩大与外国交换留学生规模，实际上是将面向全球的高等教育体系变成了本国人才的“筛选器”和“蓄水池。20 世纪 60 年代“阿波罗计划”期间，美国政府再次调整调整政策，大幅放宽对科技人才的入境限制。数据显示，1946 年至 1974 年间，美国共引进高端智力人才 24 万人，其中相当一部分为科学家和工程师（孙传忠，2009）。此外，美国政府设立了国际开发署和富布赖特基金会、福特基金会、洛克菲勒基金等，为发展中国家留学生提供各类奖学金资助，这些举措为美国的科技腾飞奠定了坚实的人才基础和制度保障。

20 世纪末至今，美国进一步强化以高端人才为核心的移民政策。1990 年开始，美国设立 H-1B 签证，专门用以吸引高技术人才。此外，美国还依托英特尔、微软等大型跨

[16] 回形针行动是第二次世界大战后期美国实施的吸收纳粹德国科技人才计划。该行动始于 1944 年，最初代号为“云遮雾绕”（Overcast），后更名为“回形针”（Paperclip），旨在绕过盟军禁令将德国火箭专家等科技精英转移至美国。当时在美国深造的钱学森也曾追随导师冯·卡门前往战火纷飞的欧洲前线，为美国军方搜寻纳粹德国的导弹技术。至 1990 年，该计划共将约 1600 名德国科技人员转移至美国。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

国公司积极实行“人才本土化战略”，通过在他国设立研发中心，就地招聘当地人才为美国所用，形成了跨国化的人才网络。奥巴马时期，政府政府明确提出移民政策向 STEM 领域人才和创业者倾斜，高端人才成为主要目标，教育政策也进一步聚焦于 STEM 领域和创新能力培养[17]。奥巴马任期结束后，美国的人才政策经历了拜登和特朗普两届政府的剧烈摇摆，呈现出“放宽与收紧循环往复”的钟摆效应，其核心是在“创新驱动”与“安全防御”之间寻求平衡。整体而言，针对盟友和顶尖科研人才的通道在部分放宽，但针对中国等国 STEM 领域学生及普通技术移民的政策正日益收窄，政策的不确定性也已成为当前影响全球能否持续人才流向美国的关键变量。

九、综合分析

回顾 20 世纪美国的崛起历程，战争冲突以及与之相伴的传统欧洲国家科学中心的衰落等等外部因素毫无疑问为美国的发展提供了绝佳的时机和赶超的机会。当欧洲大陆笼罩在两次大战的硝烟中时，当旧世界的知识精英被迫跨海流亡，新兴的美国无疑为科技和产业发展提供了更为广阔的空间。大洋屏障赋予了美国免受战火直接冲击的安全空间，使其得以在旧大陆秩序崩塌时成为全球智力的天然蓄水池，漫长的海岸线与发达的航运网络，又确保了它与

[17] 2006 年《美国竞争力计划》及 2007 年《美国竞争法》明确提出，通过加大对 STEM 教育的投入，加强相关人才培养，利用十年时间提高国家创新能力和长远竞争力。

全球知识网络的深度链接。而在此之前，一场惨烈却彻底的南北内战，早已用炮火扫清了横亘在国家现代化道路上的制度藩篱，奴隶制的废除释放了南方的劳动力与市场，联邦权力的巩固则为横贯大陆的铁路、统一的市场与全国性的科研动员铺平了道路。在这个世纪里，美国通过社会、文化、政策等制度的持续变革，构成了科技和人才发展的强大内部动因，这也是其能够在机会到来时一跃成为世界人才中心和创新高地的根本原因。

在动力机制上，进步主义改革、民权运动与女性主义浪潮不断修正早期工业化的社会创伤，移民政策、专利保护法等的确立为科技创新和人才集聚提供了制度保障，制度环境的持续更新，为创新活动注入了源源不断的活力。市场活力与国家意志之间的动态调适调整贯穿整个 20 世纪。自由企业激活了创新发展动能，联邦政府在战争与危机时期的大规模介入保护了科技和产业发展、为全球人才提供了庇护，维持了国家创新体系的韧性。更深层地看，实用主义哲学将知识从古典的象牙塔中解放出来，赋予其解决现实问题的工具价值，对“纯科学”自主性的尊重又为好奇心驱动的自由探索保留了制度空间。正是这种在“求知”与“致用”之间保持的平衡，使得美国的创新体系既能回应短期的产业需求，又不丧失产生范式革命的理论根基。归根结底，20 世纪美国所取得的一系列科学成就、得以集聚

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

数量庞大的科技人才（详见表 7-1），并非某项单一政策或单一禀赋的结果，而是一个开放系统在安全环境下，通过制度柔性与文化包容，将外部冲击转化为内部变革契机的能力体现。如今，当美国赖以维系的开放共识被内部撕裂或外部猜疑所侵蚀时，其汲取全球人才、引领全球创新的能力到底还能维持多久，我们不禁要打上大大的问号。

表 7-1 美国成为世界人才中心和创新高地以来的有关主要科学家及其科学成就[1]

主要科学家	年份	主要科学成就
托马斯·亨特·摩根 *Thomas Hunt Morgan*（1866-1945）	美国进化生物学家、遗传学家、胚胎学家，染色体遗传学的奠基人。1933 年，摩尔根因阐明染色体在遗传中的作用而获颁诺贝尔生理学或医学奖。在他的推动下，果蝇成为现代遗传学中的主要模式生物。	
	1910	发表《Drosophila 中的性连锁遗传》（*Sex limited inheritance in Drosophila*），首次将遗传因子（基因）定位于染色体上，确立现代遗传学基础。
埃德温·哈勃 *Edwin Hubble*（1889-1965）	美国天文学家，被普遍认为是星系天文学的奠基人与观测宇宙学的开创者。为纪念哈勃的贡献，小行星 2079、哈勃环形山与哈勃太空望远镜均以他的名字来命名。	
	1929	发现宇宙膨胀与哈勃定律（Hubble-Lemaître law），观测到星系红移与距离成正比，确立膨胀宇宙观，推翻静态宇宙范式。

[1] 由于这一时期美国科学成就呈现大爆发趋势，且许多科研成就均由大规模科研团队完成，表格仅选取 20 世纪中的主要科学家及其成就进行呈现。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

欧内斯特·劳伦斯 *Ernest Lawrence* （1901-1958）	美国物理学家、加州大学伯克利分校物理学教授。发明回旋加速器，曼哈顿计划期间，又发明了电磁型同位素分离器（Calutron），该仪器被广泛利用于第二次世界大战期间的铀浓缩。	
	1931	发明回旋加速器，因此获得 1939 年诺贝尔物理学奖，开启大规模高能物理实验时代，奠定了曼哈顿计划及后续国家实验室的工程范式。
莱纳斯·鲍林 *Linus Pauling* （1901-1994）	美国化学家，量子化学和结构生物学的先驱者之一。	
	1930 年代	1931 年，鲍林发表了关于“化学键的本质”的系列论文，引入了电子对键、杂化轨道和电负性等概念，利用量子力学解释了分子结构，标志着现代结构化学的开端。1939 年出版《化学键的本质》（*The Nature of the Chemical Bond*），利用量子力学解释分子结构，实现物理与化学的深度整合。
恩里科·费米 *Enrico Fermi*	意大利-美国物理学家，美国芝加哥大学物理学教授。1938 年逃离意大利后移民至美国。在意大利期间，曾根据物理学家沃尔夫冈·泡利 1925 年提出的泡利	

（1901-1954）	不相容原理，对理想气体系统进行了分析，所得到的统计形式现在通常称作“费米-狄拉克统计”，人们将遵守不相容原理的粒子称为“费米子”。对β衰变进行理论分析而得到的理论模型后来被物理学家称作“费米相互作用”，这一理论后来发展为弱相互作用理论。弱相互作用是四种基本相互作用之一。1938年因研究由中子轰击产生的感生放射以及发现超铀元素而获得了诺贝尔物理学奖。	
	1942	完成了首次人工自持续链式反应，受控核链式反应（Chicago Pile-1），验证了受控核裂变的可能性，这是原子能时代与“大科学”合作模式的起点。是原子弹的设计师和缔造者之一，被誉为“原子能之父”
奥斯瓦尔德·埃弗里（*Oswald Avery*，1877-1955）、科林·麦克劳德（*Colin MacLeod*，	1944	埃弗里-麦克劳德-麦卡蒂实验证明了DNA是染色体的主要成分及构成基因的主要材料，证明转化因子是DNA而非蛋白质，引发了生物学从生物化学向分子生物学的转向。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

1909-1972）、麦克林·麦卡蒂（*Maclyn McCarty*，1911-2005）		
J. 罗伯特·奥本海默（*J. Robert Oppenheimer*，1904-1967）、莱斯利·格罗夫斯（*Leslie Groves*，1896-1970）	1945	主导曼哈顿计划并成功研制原子弹。证明了跨学科、任务导向型“大科学”体系的战略威力。
	J. 罗伯特·奥本海默，美国理论物理学家，在第二次世界大战期间领导洛斯阿拉莫斯实验室，其参与的曼哈顿计划最终研发出用于轰炸广岛与长崎的首批核武器，被称为“原子弹之父”。 莱斯利·格罗夫斯，美国陆军中将，曾在第二次世界大战期间率领美国陆军工程兵团监督五角大楼建设和领导开发原子弹的“曼哈顿计划”。	
威廉·肖克利（*William Shockley*，1910-1989）、约翰·巴丁	1947	发明晶体管，1956 年获诺贝尔物理奖。标志着固态物理崛起，构建了现代微电子工业的底座，实现了从理论物理向半导体产业的直接转化。

（*John Bardeen*，1908-1991）、沃尔特·布拉顿（*Walter Brattain*，1902-1987）		
克劳德·香农 *Claude Shannon*（1916-2001）	美国数学家、电子工程师和密码学家，被认为是数字计算机理论和数字电路设计理论的创始人。	
	1948	发表《通信的数学理论》（*A Mathematical Theory of Communication*），定义“比特”，创立现代信息论。
理查德·费曼（*Richard Feynman*，1918-1988）、朱利安·施温格（*Julian Schwinger*，1918-1994）	1948	完善量子电动力学，提供描述光与物质相互作用的最精确量子理论，确立了美国在理论物理的领导地位。费曼于 1965 年与朱利安·施温格及朝永振一郎共同获得诺贝尔物理学奖。
	其中，理查德·费曼，美国理论物理学家，以对量子力学的路径积分表述、量子电动力学、过冷液氦的超流性以及粒子物理学中部分子模型的研究闻名于世。因对量子电动力学的贡献。费曼发展了得到广泛应用的亚原子粒子行为的图像	

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

	化数学表述——费曼图。费曼在世时是世界上最有名的科学家之一。1999 年，在英国学术期刊《物理世界》举办的 130 位世界顶尖物理学家参与的票选活动中，费曼跻身十大有史以来最伟大物理学家之列。	
芭芭拉·麦克林托克 *Barbara McClintock* （1902-1992）	美国著名女性细胞遗传学家，1983 年获得诺贝尔生理学或医学奖，是首位没有共同得奖者、单独获得该奖项的女科学家。1970 年，尼克松总统授予她美国国家科学奖章。	
	1951	发现基因转座，提出基因组具动态调节性，挑战了“基因是稳定排布的珠子”的范式。
乔纳斯·索尔克 *Jonas Salk* （1914-1995）	美国犹太裔实验医学家、病毒学家，主要以研发出世界上首例安全有效的“脊髓灰质炎疫苗”而知名，并于 1963 年在美国加利福尼亚州创建了专注生命科学研究的索尔克研究所。	
	1952	研发出世界上首例安全有效的“脊髓灰质炎疫苗”而知名，这是首个有效对抗小儿麻痹症的疫苗。为了让疫苗能更广泛地用于接种，索尔克从未对疫苗申请专利，也未从中获利。

詹姆斯·沃森（*James Watson*，1928-）、弗朗西斯·克里克（*Francis Crick*，1916-2004）	1953	1953 年 3 月中旬二人共同提出 DNA 的双螺旋结构，并于同年 4 月 25 日将仅有一页的论文《核酸的分子结构：脱氧核糖核酸之构造》（*Molecular structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid*），发表在《自然》杂志。
	其中，詹姆斯·沃森，美国分子生物学家、遗传学家和动物学家，20 世纪分子生物学的领头人之一。1962 年，与弗朗西斯·克里克、莫里斯·威尔金斯因为对 DNA 结构的研究而共同获得诺贝尔生理医学奖，1965 年出版了划时代的教科书《基因的分子生物学》（Molecular Biology of the Gene），1968 年出版《双螺旋》（The Double Helix）。	
马歇尔·尼伦伯格（*Marshall Nirenberg*，1927-2010）、J.亨利·马太（*J. Heinrich Matthaei*，1929-）	1961	破解首个密码子（UUU 编码苯丙氨酸），使人类有能力阅读生命指令，促进生物工程爆发。
	其中，马歇尔·尼伦伯格，美国生物化学家与遗传学家，1968 年，他因解出遗传密码而与罗伯特·W·霍利及哈尔·葛宾·科拉纳共同获得诺贝尔生理学或医学奖。	

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

哈里·赫斯 *Harry Hess* （1906-1969）	美国地质学家，在第二次世界大战期间担任美国海军军官。赫斯被认为是板块构造论的奠基人之一，提出了著名的海底扩张学说。他的研究主要是岛弧和海床重力异常和蛇纹石化橄榄岩之间的关系，这表示地幔的对流是海底扩张的驱动力，成为板块构造论发展的理论基础。	
	1962	提出海底扩张学说与板块构造论，发表《海洋盆地历史》（*History of Ocean Basins*），引发地质学范式革命，统一了地球演化的力学解释。
默里·盖尔曼 *Murray Gell-Mann* （1929-2019）	美国物理学家和美国国家科学院院士，因成功建立对基本粒子的系统分类以及对基本粒子相互作用的新发现而获得 1969 年诺贝尔物理学奖。盖尔曼通晓的学科极广，是一个百科全书式的学者，也是 20 世纪后期学术界少见的通才。除数理类的学科外，他对考古学、动物分类学、语言学等学科的知识也如数家珍。	
	1964	默里·盖尔曼和乔治·茨威格提出夸克理论，该模型认为强子由夸克构成，完善了粒子物理标准模型，奠定了现代亚原子物理框架。

阿诺·彭齐亚斯（*Arno Penzias*，1933-2024）、罗伯特·威尔逊（*Robert Wilson*，1936-）	1965	发现微波背景辐射，意外探测到大爆炸的“余晖”，在《天体物理学报》上发表了题为《在 4080 兆赫上额外天线温度的测量》（*A Measurement of Excess Antenna Temperature at 4080 Mc/s*），为宇宙大爆炸理论提供了有力证据，因此获得 1978 年诺贝尔物理学奖。
费德里科·费金（*Federico Faggin*，1941-）、马希恩·霍夫（*Marcian Hoff*，1937-）、斯坦利·马佐尔 （*Stanley Mazor*，1941-）	1971	发明微处理器（Intel 4004），是全球第一款商用微处理器，将 CPU 集成于单一芯片，引发个人计算革命，标志着硅谷由半导体制造转向系统集成。
赫伯特·博耶（*Herbert W. Boyer*，1936-）、斯	1973	首次实现了基因的体外重组与转化，即将一种生物的基因克隆进大肠杆菌中，这被视为基因工程的开端。博耶的这一技术成就为后续

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

坦利·科恩（*Stanley N. Cohen*，1935-）		重组药物（如胰岛素）的产业化奠定了基础。
艾伦·凯（*Alan Kay*，1940-）、罗伯特·梅特卡夫（*Robert Metcalfe*，1946-）、罗伯特·泰勒（*Robert Taylor*，1932-2017）	1973	发明图形界面、鼠标应用与以太网，定义了随后半个世纪的人机交互与局域网通讯范式 。
	其中，艾伦·凯，美国计算机科学家，在面向对象编程和窗口式图形用户界面方面作出了先驱性贡献，他是 Smalltalk 的最初设计者。2003 年获得图灵奖。	
文顿·瑟夫（*Vinton Cerf*，1943-）、罗伯特·卡恩（*Robert E. Kahn*，1938-）	1974	发表《一种网络分组互连协议》，提出 TCP/IP 协议，意味着互联网世界有了统一的“语言”，其发明被认为是全球互联网诞生的标志。
	文顿·瑟夫，美国互联网先驱，2004 年图灵奖得主之一，美国国家科学院院士，美国国家工程院院士，美国艺术与科学院院士，谷歌副总裁兼首席互联网传道者。 罗伯特·卡恩，2004 年图灵奖获得者之一，美国国家科学院院士，美国艺术与	

	科学院院士，ACM fellow，IEEE fellow，美国国家研究计划公司（CNRI）创始人。	
凯利·穆利斯 *Kary Mullis* （1944-2019）	美国生物化学家，在生物技术公司 Cetus 任职期间发明高效复制 DNA 片段的“聚合酶链式反应（PCR）”方法，被称为“PCR 之父”。	
	1983	发明聚合酶链式反应，该方法革新了基因复制领域，使基因操作从高端实验室走向普适化应用，1993 年与迈克尔·史密斯分享诺贝尔化学奖。
弗朗西斯·柯林斯（*Francis Collins*，1950-）	美国遗传学家，曾任代理总统科学顾问、美国国立卫生研究院院长，领导人类基因组计划，并发现了多种疾病基因。	
	1990	正式启动人类基因组计划，跨国大科学协作节点。旨在测定人类 30 亿个碱基对，开启后基因组时代与精准医学。
索尔·珀尔马特（*Saul Perlmutter*，1959-）、亚当·里斯（*Adam G.*	1998	通过观测 Ia 型超新星发现宇宙膨胀在加速，而非减速，这一发现表明宇宙中存在一种被称为暗能量的神秘斥力，约占宇宙总质能的 70%，从而颠覆了传统的宇宙模型，并因此荣获 2011 年诺贝尔物理

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

Riess，1969-）、布莱恩·施密特（*Brian P. Schmidt*，1967-）		学奖。
	其中，索尔·珀尔马特，美国天体物理学家，劳伦斯伯克利国家实验室、伯克利加州大学教授，美国国家科学院院士。2011 年，珀尔马特获诺贝尔物理学奖一半奖项，另一半奖项由布莱恩·施密特与亚当·里斯共同获得。	

第八章 世界人才中心与创新高地的形成机制分析

世界重要人才中心与创新高地的更迭是经济、文化、教育等各项制度在不同时间、空间条件下相互耦合产生的系统性结果，而非地理位置间的随机选择。从 16 世纪地中海的商业文明催生出意大利科学黎明，到 20 世纪美国凭借庞大科技体制站上全球创新之巅，每一个人才中心与创新高地的形成，都以更深层次的制度互补性为支撑，背后蕴含着特定时间与空间下的独特制度逻辑。而这五个历史周期的兴衰更替，也揭示了一个重要规律——即人才集聚与科技发展间的同频共振。基于前几章节对各人才中心与创新高地形成因素的深入剖析，提炼归纳了世界重要人才中心与创新高地形成的规律性认识，并以制度互补性视角为切入，通过对这五个国家的综合比较分析，提炼世界人才中心与创新高地的形成机制。再此基础上，进一步提炼世界重要人才中心和创新高地的形成机制，厘清世界重要人才中心和创新高地何以形成、何以维持，又为何会在制度僵化和机制失配中发生转移。

一、比较分析

前几章节对意大利、英国、法国、德国和美国的分析表明，世界重要人才中心和创新高地形成发生在多种条件相互契合的历史节点。经济繁荣、政治秩序、思想文化、教育体系、社会结构、科研组织和人才制度等因素，在特定历史阶

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

段相互支撑、形成较强的适配关系时，特定国家或地区相互才可能出现人才集聚、科学产出和创新优势。这种适配关系并无固定形态。五个国家虽然都呈现出多因素共同作用的特征，但面对不同经济结构、国家形态和知识范式，其制度互补关系并不相同，科学活动和人才集聚的组织方式也呈现出差异。

16 世纪意大利处于近代科学的早期发生阶段，现代科研体系、研究型大学等尚未出现，科学、艺术、工程和技艺之间也还没有形成后来那样清晰的分工。而恰恰是在这种知识边界相对开放的环境中，商业城市、城邦竞争、人文主义、宫廷赞助、大学学院、作坊行会和社会流动等因素相互交织，构成了近代科学萌芽的土壤。地中海贸易和城市商业的繁荣带来财富、技术需求和跨区域交流，城邦竞争推动军事、建筑、航海、测绘等领域的技术发展，文艺复兴和人文主义改变了中世纪以来神学和经院哲学为中心的知识秩序，使人的经验、理性和创造力获得新的价值，宫廷赞助把财富转化为对艺术和科学的支持，作坊和行会提供传授实践技艺的平台，大学和学院维系了知识传播与学术交流。

意大利经验的启发意义在于揭示了现代科学制度还不成熟的时候，早期阶段的科学活动如何从城市生活、文化交流和技艺实践中生长出来。艺术家、工匠、工程师、数学家和自然哲学家在同一社会空间中频繁交往，复合型人才获得

了成长可能，也催生出了跨界探索，伽利略、达·芬奇等人身上都有着明显的跨界特征，除了个人天赋和经历的原因，也与这一时期意大利的知识结构和社会组织形态密切相关。意大利由此成为近代科学的重要发源地。但这种早期结构虽然有利于科学革命火花的出现，但也存在较为明显的历史局限，由于缺少更加持续而稳定的国家能力、组织化程度和完善的人才制度，科学中心的地位难以长期延续。

与之相比，17 世纪英国虽然延续了早期科学在开放、多元的社会空间中成长起来的特征，但科学活动的组织程度明显提高。农业革命、商业扩张、殖民贸易、航海活动、采矿业和早期工业发展，不断提出需要自然知识和技术手段加以解决的问题。清教伦理、经验主义哲学和功利主义倾向，使实验、观察和改造自然获得较强的社会正当性。科学逐渐从少数人的个人兴趣，转变为有助于促进知识进步、改善生产和服务公共利益的事业。

与此同时，英国的政治和社会环境为这种转化提供了较稳定的空间。君主立宪、专利保护、市场制度和相对宽松的宗教文化氛围，使科学社团、工程师、发明家和企业家能够在较少行政束缚的条件下开展活动。皇家学会等科学共同体将分散的科学兴趣和社会需求进行整合，转化为会议、发表和共同体规范。因此，17 世纪英国，科学活动已经开始从松

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

散的组织形式走向制度化和规范化，科学知识的积累性、规范性和传承性都得到了增强。

18 世纪法国则呈现出更强的国家组织特征。启蒙运动和百科全书派推动知识从神学、贵族特权和旧制度束缚中解放出来，科学不再只是少数知识精英的探索活动，而是成为了公共理性、社会改造和国家进步的重要工具。长期以来的中央集权传统则提供了组织载体，将科学技术更容易进入军事建设、公共事业和技术应用体系，并同国家治理和行政目标联系起来，更深地嵌入国家制度体系，成为国家能力建设的重要资源。

在这一过程中，科学院、专业学会、工程教育体系和行政机构之间形成了较紧密的连接。科学研究提供理论和方法，工程教育培养专门人才，国家需求则为科学和技术活动提供明确方向。大革命和拿破仑时期的制度重建进一步强化了这种关系，工程师、技术官僚和科学家有了更清晰的职业定位。法国由此形成了一种以公共目标和国家组织为重要支撑的科学发展模式，其优势在于组织效率，能够集中资源、组织人才、服务国家建设，但也一定程度上压缩了科学探索的自主空间。

19 世纪德国科学中心的地位，则是国家整合、大学改革、科研职业化和工业转型等的相互协同下形成的。德意志统一和国家能力提升为教育体系和科研组织重构提供了政治条

件；古典哲学和新人文主义则赋予学术研究以独立价值；洪堡大学改革把教学与研究结合起来，大学成为知识生产和高层次人才培养的核心场所；实验室制度和学术职业体系的发展，使科学研究从个人兴趣转向稳定的职业活动和专业化、持续化的知识生产。

法国与德国都表现出较强的制度组织特征，但二者的形式和路径却有所差异。法国强调依靠行政体系下的科学组织形式，德国则更突出学术制度、科研职业和工业体系之间的相互配合，通过大学、科研训练、产业体系和国家能力的分工协同，形成了基础研究、人才培养和产业创新之间的正向循环。

随着时间的推移，科学中心形成的复杂性更高，20 世纪美国中心地位的形成则更具有多元符合性。美国继承了英国式的市场竞争、多元主体和科学共同体传统，也吸收了德国式研究型大学、实验室制度和研究生教育模式。战争、冷战和全球化的趋势又推动国家力量投入科学金正，也促使联邦政府、国防需求、大学、产业、资本市场、制度等之间不断形成新的连接。

而美国的优势正在与在这些制度安排之间形成了较强的互补性。与早期的几个科学中心相比，美国制度组合的动态调整性更强，当国防等科研需求扩大时，政府和大学体系能够提供支撑；当技术创新、产业需要更强是，企业、资本

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

市场和知识产权制度能够推动成果扩散；当本地人才供给不足时，移民制度和全球学术网络又能够吸纳外部智力资源。也正式这种持续重组的能力，使美国在较长时期内都维持了世界人才中心和创新高地地位。

对历史上五个国家的比较再次说明了，世界重要人才中心和创新高地的形成是政治、经济、社会、文化等各种制度之间相互配合、支撑的结果。而五个国家之间的差异，除了从国别制度角度解释，也还需要置于科学活动自身的历史演进过程中进行观察。早期的科学发展面临更多的思想禁忌与桎梏，职业分工和知识体系尚不完备，思想解放、技能交叉和贵族赞助更加重要。随着科学的不断发展和从事科学的群体范围的扩大，共同体规范、学术交流和可积累可复制的知识生产方式也随之出现。当科学在国家能力建设中的地位愈发重要时，更加稳定的教育体系、科研组织和专业人才制度也随之出现。而到了近代及以后，工业革命的加速演进、“大科学”需求、国家战略和全球化的发展，进一步改变了科学的组织形式和分工方式。

意大利、英国、法国、德国和美国的先后兴起，体现了不同历史阶段中，科学革命演进如何改变制度需求，以及不同国家如何在各自条件下形成与科学活动相适配的制度回应。而比较的意义也正在于理解中心形成背后的制度逻辑、

观察演进过程，而非寻求找到一个普遍适用于任何历史情境、任何国情与基础的制度模板。

二、规律性认识

通过对 16 世纪意大利、17 世纪英国、18 世纪法国、19 世纪德国和 20 世纪美国五个世界人才中心与创新高地的跨文明、跨制度比较，可以提炼剥离出超越历史情境与国别差异的六大共性规律。

（一）价值引领：思想范式变革作为精神先导

思想解放是世界人才中心与创新高地形成过程中最具先导意义的条件之一，也是贯穿意大利、英国、法国、德国、美国五个中心形成的、共通的底层精神逻辑。纵观近代以来几个世纪以来全球创新格局的演变，任何一次大规模的人才集聚与持续性的创新爆发，并不单纯是技术积累、资本投入或地理区位等物质要素自然发酵的结果。更深层地看，它通常伴随着一场关于知识、理性、权威和人的价值的观念重构，以一场深刻且极具突破性的思想革命和认知变革为先导，通过系统性瓦解旧权威、重构价值秩序、确立理性精神等方式，为科学探索、技术创新与人才成长开辟空间。

在传统秩序占据绝对主导的历史阶段，王权专制、神权教条、身份等级伦理与僵化的经院哲学等都构筑起压制思想自由、禁锢认知突破的结构性壁垒，知识生产高度依附于宗教、政治或经典权威为主导的解释体系，人才的发展严格受

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

制于出身、阶层与信仰，一切超越既有范式、对未知的探索都极易被视作对正统秩序的背离与挑战，被视为异端、僭越或危险行为。在这种环境中，个人才智即便存在，也很难充分转化为具有公共意义的科学发现和持续性创新活动。

当崇尚理性、批判、实证、求真的思想解放打破了对神学教义、古典教条与传统范式的盲目崇拜，人的价值、个体的创造力以及自由探索精神开始进入社会价值序列的核心位置，由此完成了能够支撑创新生态的文化观念的底层重塑。科学活动获得更大的合法性空间，如果没有这种合法性空间，科学探索很容易停留在零散、隐秘或边缘状态，难以形成持续积累。人才也不再只是旧秩序中的附属性角色，而逐渐成为推动知识进步和社会变革的重要主体。思想变革还提高社会对研究探索性和不确定性成果的宽容度，使开放讨论、自由争鸣、长期探索和原创性研究成为可能。从这个意义上说，思想范式变革是科学探索能够展开、创新活动能够被承认、人才活力能够释放的重要前提条件。

这一规律在五个国家的历史经验中都有清晰体现。16 世纪意大利的崛起，肇始于人文主义对中世纪经院哲学和神权的挑战，人的理性、经验与创造力从神性束缚中解放出来，理性怀疑开始取代盲目崇拜。17 世纪英国的清教伦理与功利主义、经验主义为科学革命提供了内在精神动力，赋予了探索自然科学的正当性，在精神文化层面上“圣化”了科学探索，

达成了科学与宗教的和解。18 世纪法国通过启蒙运动和“百科全书派”的理性崇拜，以无神论和唯物论为武器，进一步瓦解了封建特权、教会神学体系与宗教愚昧的思想根基，为科学知识的世俗化普及创造了广阔空间。19 世纪德国，古典哲学革命与新人文主义将科学从形而上学的桎梏中解放出来，赋予学术研究独立存在的价值，确立了“为知识而知识”的纯粹研究精神，塑造了德意志民族严谨与理性的精神特质。而到了 20 世纪，美国实用主义哲学的兴起重塑了知识观，加之其逐渐形成的“边疆文化”对多元探索的鼓励和对试错、失败的包容，构建起支撑创新的良好社会文化环境。

这些思想文化传统的内容和形式虽然各不相同，却在本质上，它们都在各自时代重新界定了知识、人才和创新的社会价值。五个国家成为人才中心和创新高地具体路径虽然各不相同，但都离不开思想变革与解放带来的认知重构、价值重塑与精神赋能。这除了激活知识生产本身，崇尚创新、尊重人才、鼓励探索、宽容失败等理念逐渐转化为适应不同国情、不同国家传统与实际的社会价值认同和文化基因，为科学家、发明家、工程师、早期的艺术家以及随着公司制度的发展而涌现出的企业家和创业者提供了精神支撑与社会认可。

因此，思想范式变革构成世界重要人才中心和创新高地形成的深层文化基础。如果没有思想解放发挥的先导性作用，

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

人才的成长空间将会受到压缩，除了难以实现大规模的人才聚集，甚至还会出现人才外流。创新也只能停留在零散偶发的浅层状态，很难形成实现成果的集中爆发，跨领域、跨阶层、跨国界的融合、集聚与创新更难以涌现。因此，思想的重构并不是人才中心和创新高地崛起过程中的附加条件，而是决定创新生态能否形成、人才活力能否充分释放的核心制度基础。

（二）需求牵引：经济基础提供物质支撑

经济基础是世界重要人才中心和创新高地形成的重要条件。世界人才中心与创新高地的形成，是经济形态演进到特定阶段的结构性产物，也是经济发展过程的一个重要体现。这里所说的经济基础并非简单的财富总量、财政实力或市场规模，而是以生产方式变革、市场体系扩张、贸易网络拓展、资本持续积累、产业需求迭代等为核心的一整套物质与社会条件。只有当一个社会能够提供相对充足的资源、持续出现需要解决的问题，并为知识和技术活动提供相应的回报空间时，人才的创造能力才更容易被激发，科学活动和技术创新也才有可能从少数人的兴趣转化为持续性的社会活动。在经济基础薄弱的环境中，科技创新和人才发展往往缺少稳定支撑。即使存在少数天才人物，个人探索也容易受到材料、工具、经费和应用场景的限制，难以形成持续积累。即使出现

局部发明和知识突破，也容易因为缺乏市场需求、职业空间和社会回报而停留在零散状态。

经济基础的意义不仅在于提供了物质支撑，更在于形成问题牵引机制，为人才提供了价值实现空间。当经济结构完成从传统农耕、封建行会、地方割据向商业资本主义、工业资本主义、知识驱动型经济的现代化跃迁时，商业扩张、产业升级、城市化的推进与国家竞争力的提升，大量亟待解决的技术难题与工程需求也因此出现。航海贸易需要天文学、测绘学和流体力学，城市建设需要建筑学、力学和工程技术，军事竞争推动弹道学、堡垒建筑和材料技术，工业化进程不断提出化学、电气、机械、能源和制药等方面的新问题。这些都催生了新的现实需求，影响了知识探索的方向。并且，经济基础提供了回报和激励机制，将科学活动有了转化为职业声望、社会地位和实际收益的可能性。从这个意义上说，经济基础是科学问题产生、人才价值实现和创新活动持续展开的重要条件。

从世界人才中心和创新高地的转移更替看，科学活动和高层次人才往往向经济活跃、需求密集、资源充足的地区集聚。16 世纪，意大利依托地中海贸易枢纽地位，远距离贸易与城邦经济繁荣催生了对航海、建筑、军工等的强大现实需求，商业资本为艺术与科学赞助提供了最早的物质基础，带动了数学、力学、天文学、解剖学等学科的早期突破。17 世

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

纪的英国以农业革命、重商主义、海外贸易与早期工业化为支撑，农业革命推动土地关系和生产方式发生深刻变化，统一市场与殖民贸易扩张带来持续技术需求，市场竞争与商业利润驱动技术持续改进，让科学探索与实用技术形成紧密互动，使英国在近代科学革命中占据领先位置。18 世纪，法国凭借中央集权财力、工商业繁荣与海外贸易网络，形成以金融资本、奢侈品工业、城市经济为支柱的经济体系，经济实力支撑法国将科学活动纳入国家体系，为科研、教育与人才集聚提供稳定需求与资源保障，成为科学与人才集聚的核心枢纽。19 世纪德意志的崛起，在统一市场形成、工业化推进与第二次工业革命的产业红利下，化工、电气、钢铁等需求，带动工业实验室与应用科学的体系化爆发，使德国在短短数十年内成为世界科学与人才中心。20 世纪，美国的经济优势，则建立在统一广袤的国内市场、完整工业体系、发达金融资本与全球化开放格局之上，叠加战争带来的持续技术需求，让美国具备吸纳全球顶尖人才的物质实力，最终完成从欧洲科学的追随者到全球创新策源地的转型。

综合五个国家的历史经验来看，人才中心与创新高地都不是在贫穷、封闭、停滞的经济环境中诞生，而是在经济领先、市场开放、产业升级、资本活跃的历史节点上崛起的。虽然它们的经济制度各不相同，但都在各自崛起为中心的时代为知识活动提供相对充足的资源基础、问题来源和人才发

展空间。世界人才与创新中心的转移，一定程度上也是世界经济优势地区逐渐转移的缩影，从商业资本主义到工业资本主义，再到知识经济与全球化，经济结构每一次升级，都推动人才中心与创新高地向着更大规模、更高水平、更体系化的方向演进。

经济基础为人才中心与创新高地形成提供了结构性、决定性的动力，没有现代经济形态的先行成熟，思想解放、教育发展、制度创新、科研突破都会因缺乏物质支撑而难以持续，难以转化为真实的国家创新能力与国际竞争力；而经济基础越雄厚、结构越先进、产业链与需求链越完整，对人才的吸引力、对创新的承载力就越大，成为世界中心的历史必然性也就越高，维持中心的能力也越强。因此，建设世界重要人才中心和创新高地，必须以现代化、高水平、可持续的经济体系为根基，以不断升级的产业需求为牵引，才能实现科技、人才与经济社会发展的深度融合与良性循环。

但值得注意的是，拥有坚实的经济条件并不意味着人才中心与创新高地可以自然形成。财富和物质基础可以用于消费、战争、奢侈生活或短期贸易，但并不必然转化为知识突破和人才集聚。历史上一些经济富裕的地区并没有成为世界科学中心。因此，经济基础只有在能够持续生成问题、支持探索、承认人才价值，并同思想文化、社会结构和制度环境形成有效连接时，才可能进一步转化为科学优势和创新优势。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

缺少经济基础，人才和创新难以持续；只有经济基础而缺少其他条件，财富也可能停留在物质繁荣层面，难以生成真正的中心地位。

（三）教育筑基：教科人协同构筑创新载体

教育科研体系是世界重要人才中心和创新高地形成的核心支撑。相关研究证明，在近五百年多的人才与创新中心的更迭进程中，一条具有高度普遍性与稳定性的规律是：世界人才中心与创新高地也是同时期的世界教育中心，特别是高等教育中心。人才中心和创新高地正是一个国家或地区能够持续培养人才、组织研究、积累知识、传播方法并形成学术传统的结果。没有高水平的教育科研体系，就没有科研活动的建制化展开，也无法形成稳定的人才梯队与创新生态。尽管少数天才人物可以凭借个人禀赋取得重要发现，但如果没有系统训练、学术传承、研究组织和共同体规范，这些发现往往难以被持续推进，也难以带动更多人才进入相关领域。如果知识无法有效传递，研究方法无法稳定积累，青年人才缺少成长通道，科学活动就容易呈现为个人化成就或阶段性繁荣，难以进行持续的自我更新或演化发展为社会化行为。而世界人才中心和创新高地，除了能够集聚人才，其关键还在于能够持续地吸引人才、培养人才、组织人才、成就人才。

教育科研体系对于人才中心和创新高地形成的作用，主要体现在三个方面。一是人才再生产能力。人才成长不能仅

依赖家庭出身、私人师承或偶然机会，世界人才中心和创新高地的形成也不能仅依靠吸引外部人才。而教育体系是人才自主培养、供给与持续产出创新成果的重要依托，承担着基础知识传授、专业训练和思想革新等功能，完善的教育体系，使人才供给具有持续性和稳定性。二是提供知识积累能力。通过教育训练、学术传统、研究方法和共同体规范，知识得以被保存、传播和继续推进，避免了科学活动停留在一次性突破。三是提供组织承载能力。大学、实验室、学会等作为具体的教育科研机构载体，将分散的人才个体以及学习、探索和发明活动组织起来。由此，科学创新活动也逐渐从个人兴趣转化为稳定职业、从孤立探索逐渐转化为科学共同体实践，从单点发现逐渐转化为连续创新。

16 世纪，意大利率先突破中世纪教会教育的桎梏，将大学从宗教训练机构改造为面向世俗社会的知识生产和传播中心，林琴学院、实验学社开启近代科学社团先河，宫廷赞助实现艺术与科学、技术与工程的早期融合。在兼具人文精神与实用导向的高等教育体系下，大学成为艺术家、工程师、数学家、医师的培养基地，意大利也成为近代科学的发源地与人才汇聚高地。17 世纪的英格兰推动高等教育的世俗化与实用化转型，实现了向服务国家与社会的现代教育蜕变。由精英构成的皇家学会等科学共同体确立了开放交流、成果发表等科学共同体规范。教育体系的整体转型，让英国批量诞

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

生兼具理论素养与实践能力的科学家群体，奠定了其在近代科学革命中的核心地位。18 世纪，法国以国家力量重塑高等教育格局，构建高度组织化、专业化、工程化的现代教育体系，法国国家科学院实现了科研的国家化与专业化。以“大学校”为核心、帝国大学统一管理的国家教育体制建立，教育目标明确指向科学研究与技术应用。高度建制化的教育体系，让法国快速集聚起一支职业化、专业化的科学家与工程师队伍，成为启蒙时代与科学革命的关键枢纽。19 世纪，德国以洪堡教育改革为标志，将研究确立为高等教育的核心使命，柏林大学等明确提出，大学的本质在于创造性地发展科学。同时，教育体系向下延伸至普及义务教育，向上贯通至专业研究所，中间依托文理中学提供严格学术训练，形成了完整的人才培养与科研链条。企业、高校、研究所与工业实验室共同构建起基础研究、应用研究、产业转化的闭环，德国由此构建起完备的现代高等教育与科研融合体系。到了 20 世纪，美国在吸收欧洲教育传统基础上，构建规模最大、层次最多、开放度最高的高等教育体系。联邦政府稳定资助、产业界紧密合作等，使美国高等教育体系兼具基础研究的深度、应用研究的力度与人才培养的广度，最终成为全球智力资源的汇集地与创新策源地。

高水平的教育科研体系为人才中心和创新高地的形成提供了基础性动力。教育和科研活动组织与活动的建制化，

是解决个体知识生产的规模局限、信息壁垒与资源约束，将科学研究和技术创新从个人行为转化为社会分工，科学共同体提供学术规范、研究传统、评价体系和职业身份，使人才个体融入持续化的知识生产过程中。通过规模化、持续性培养高素质人才、产出科技创新成果，教育体系使得国家形成自主知识生产、技术创新与人才供给能力，而非仅仅依赖外部人才流入或外部技术输入。因此，教育体系的完备程度直接决定了一个国家是否具备自我造血、持续创新、长期领跑的能力，是人才中心从临时性集聚走向持久性引领的关键标志，也是创新高地能够持续突破、引领科技革命与产业变革的根本依托。

从这个意义上讲，教育中心是连接起科学中心、人才中心与创新高地的关键，一个国家或地区只有形成了高水平、开放性、可持续的教育科研体系，才能不断培养和吸引高层次人才，并把人才优势转化为科学发现、技术突破和创新成果。世界重要人才中心和创新高地的形成，本质上要求教育、科技、人才之间形成贯通关系，即教育提供人才基础，科技提供创新方向，人才推动知识突破和价值创造。历史经验所揭示的，正是教育、科技、人才一体化的深层逻辑。而这五个国家的历史案例也为我们提供了教育、科技、人才三位一体协同发展的早期范本。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

（四）结构开放：社会转型涵养创新生态

社会结构的转型是世界重要人才中心和创新高地形成的重要社会基础。社会结构决定着智力资源能否被充分发掘、人才能否自由流动、创造活动能否获得社会承认、创新文化能否持续涵养。历史上五个崛起为世界人才与创新中心的国家，无一不是在关键历史阶段实现了社会结构的重塑。当传统身份等级和阶层边界发生松动，职业选择更加多元，知识阶层、技术群体、科研人员获得更高社会声望与更大发展空间，跨阶层、跨领域、跨地域的互动逐渐增多，人才活力和创新活动才可能从少数精英的偶然涌现，转变为更大范围内的持续现象。人才中心与创新高地的形成本质上是社会更加开放包容的产物，深度根植于社会结构的现代化转型、社会关系的开放性重构和社会价值的理性化重塑等环境中。如果社会流动通道狭窄，个人才能很难突破既有秩序获得充分发展，这样的社会即使拥有一定财富或文化积累，创新也容易局限在狭小圈层之内，知识交流也往往停留在封闭网络中。人才难以自由流动，经验难以跨界传播，思想难以充分碰撞，科学和技术创新便容易失去持续扩展的社会环境。因此，封闭僵化、等级壁垒森严的社会结构，从根本上排斥大规模、高质量、可持续的创新活动与人才集聚。

社会结构转型对于人才中心和创新高地形成的意义，主要体现在三个方面。一是扩大人才供给范围。当身份壁垒和

阶层边界被打破之后，更多人可以凭借知识、技艺、能力和创造性获得社会承认。二是促进跨界交流和知识融合。科学家、工程师、工匠、艺术家、企业家等来自不同阶层、地区和文化背景的人才开始从事知识生产和创新活动，他们之间的互动进一步增加了新的科学问题、研究领域、方法工具等出现的概率。三是为人才和流动提供社会动力。开放、包容、多元的社会结构，不仅更容易吸引外来人才，也更能够容纳不同思想、不同方法和不同成长路径，使人才集聚和流动更容易发生，并在这一过程中促进了知识传播、技术扩散和创新外溢，科学研究和知识生产活动获得了更加良好的创新生态和社会土壤。

16 世纪意大利的社会变革，以城市商业文明兴起与城邦自治生活发育为核心动力。市民阶层崛起并掌握城市话语权，贵族、商人、工匠、学者、艺术家之间频繁互动。愈加开放、多元、世俗化的社会结构也吸纳了欧洲各国人才赴意大利学习，意大利成为人才和创新高度密集的国家。17 世纪的英国依托大西洋贸易与殖民网络获取全球资源与信息。社会变革以农业转型、商业扩张与中间阶层壮大为主线。传统小农结构逐步瓦解，约曼农、工商业者等迅速成长为社会中坚力量。宗教宽容与社会流动的氛围使知识分子、医生、工程师等的社会地位稳步提升。科学开始被视为体面、高尚、受人尊重的事业。弹性、务实、开放的社会结构，使英国得以稳定吸

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

引与培育科学家群体，为科学革命奠定坚实社会基础。到了18世纪，以启蒙运动与大革命为转折，法国的等级森严的身份壁垒逐步瓦解，教育与职业机会更加丰富多元，科学家、工程师、技术专家、学者等开始成为独立的社会职业群体，为法国成为科学革命重镇提供了强大社会力量支撑。19世纪，德国的社会变革则以国家统一、工业化推进与全民教育普及为核心动力，工程师、化学家、大学教授、技术专家成为社会尊敬的精英职业。理性、规范、专业的社会结构，使德国实现了制度化与规模化人才供给，成为基础研究与工业创新同步领先的范本。美国作为典型的移民社会，具有身份血统弱化等天然优势，跨地域、跨族群、跨阶层流动高度常态化。大规模移民、城市化、与多元文化融合为特征的社会环境，包容失败、鼓励探索试错的社会底色，以及开放、流动、竞争的社会结构，都使美国在20世纪具备了持续吸引全球顶尖人才的能力并发展成为一个创新活动极其活跃的国家。

通过观察这五个世界人才中心和创新高地的变迁，我们不难发现，社会结构变革并不是一蹴而就的，但当社会结构越来越开放、社会流动越来越通畅，人才的涌现也越充分、创新活动也越活跃。在社会结构持续转型的过程中，人才交往和知识交流的阻隔被打破，人才供给和智力资源范围扩大，跨界交流与思想碰撞催生出更多创新，鼓励创新、宽容失败的社会氛围让知识探索和价值创造被鼓励。此外，社会变革

也使区域中心吸纳全球人才与知识的能力增强，人才跨国流动也促进了知识和技术的传播、转移与外溢。总的来说，社会环境的多元开放为人才成长和创新活动提供了坚实的社会根基，而封闭排外、知识垄断等则将导致创新活力衰减，这也是五轮中心依次更替的重要原因。因此，社会变革能否持续深化也成为一个国家是否拥有长久维系和支撑世界人才中心和创新高地的深层次、决定性力量，一个国家只有真正树立起社会结构开放、尊重知识创造、包容多元文化的社会环境，才能持续激发创新活力，凝聚起人才中心和创新高地的智力资源。

（五）国家赋能：治理能力强化战略支撑

世界人才中心与创新高地的形成，离不开国家能力和治理体系的战略赋能。五百年间，各个成为人才中心和创新高地的国家都在持续推进治理升级，并在国家介入与市场自主之间寻求适配各国国情和历史阶段的动态平衡。人才的成长和创新活动虽然不能被行政力量制造出来，但都需要相对稳定的公共秩序和能够协调多方力量的治理环境。因此，国家力量的核心作用也并非以取代市场，以行政命令、强制手段等方式主导或管控创新活动，而是通过制度建构、公共投入、统筹协调等方式，为人才集聚、知识生产与科技创新提供底层支撑与战略引领，是推动国家创新系统从短期、零散向长期、协同发展的关键。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

在国家能力不足或治理体系失灵的政治环境中，科学活动和人才成长也必然面临多重限制。政治秩序动荡会削弱知识活动的连续性，战争、分裂、权力冲突和社会不稳定会使人才交往和科学创新活动中断，长期的知识探索需求必然让位于短期生存压力。而治理能力不足则将导致公共事务难以组织，基础设施、公共安全、技术标准和长期投入缺乏稳定来源。即便经济活跃、思想开放，如果国家缺少基本协调能力，资源也可能分散在短期竞争或局部区域，难以转化为持续的创新优势。国家能力的重要性，正在于将分散的社会资源、经济需求等进行统筹，为人才成长和科学创新提供较稳定的政治环境和社会秩序。

16 世纪，意大利依托城邦自治、相对稳定的内部政治秩序与契约型治理，为学术交流与人才流动创造空间，城邦之间分散化的政治竞争也推动人才汇聚与科学艺术的繁荣。这一时期，国家整体治理能力虽仍相对有限，但在维护秩序、将分散社会资源集约化等方面发挥了重要作用，这也为意大利成为早期的科学与人才中心提供了基本的治理条件。17 世纪的英国则通过宪政秩序推进政治体制现代化，确立了权力约束、法治原则与稳定代议秩序，构建起相对完善的国家治理架构。统一规则、产权制度与公共秩序逐渐建立，国土扩张、国防战略需要与市场制度的日臻完善为科技创新创造需求，知识活动的连续性增加。18 世纪，法国依靠中央集权强

化政治统一、提升治理效能，以国家力量和政治主导教育体系建设、科研建制化、科学职业化以及创新活动的组织化。19 世纪，统一后的德意志帝国加速推进现代政治体制构建，确立了国家法治化、行政理性化等治理逻辑，以强有力的国家力量统筹推进顶层设计、科教布局，同时注重释放大学、企业与市场的能动性，快速建立起体系化的人才培养优势与科学领先地位。到了 20 世纪，美国在联邦制、三权分立与法治基础上完善政治体制，国家支持基础研究、引领技术创新和推进产业应用，形成政府、市场、大学、社会之间多元协同的治理模式。

从历史演进过程来看，国家政治体制的稳定性、战略方向的前瞻性、治理体系的成熟程度等，共同决定了一个国家能否能够建立起成为世界人才中心与创新高地的系统性优势。抛开政体差异，通过国家能力建设与治理体系完善，在规范权力运行机制、完善公共供给和安全保障、前瞻性地确立国家创新战略、投入基础研究、保护知识产权和公平竞争、构建开放稳定的制度环境等方面，为吸引和培养人才、科学和技术创新创造了底层条件，各个国家也都在不同阶段呈现出人才的集聚与创新的繁荣。

但是，国家能力本身并不等同于创新能力。如果拥有国家能力但缺少开放社会、思想活力和人才自主空间，可能会走向过度管控，使科学探索和原始创新受会到压缩。如果治

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

理体系只重视短期目标和行政绩效，则可能削弱长期研究和非计划性发现的生长空间。相反，国家能力过弱又难以提供稳定秩序和持续支撑。而各个国家与市场等各主体之间的关系也随着时代变迁和创新阶段不同而呈现不同形式。因此，能否保持长期创新竞争力的关键在于是否能建立起与市场机制相协调、与人才成长规律和科学创新规律相适配、与社会环境相匹配的政治环境，在保障秩序和支持探索之间实现平衡，进而为创新竞争力提供长久动力。

（六）规则建构：制度体系夯实发展保障

在各个世界人才中心与创新高地的形成过程中，除了社会秩序、文化理念、学术伦理、行为规范等非正式制度，包含法律、政策等在内的正式制度安排构成了支撑人才与创新发展的整体制度体系的重要支柱。在规则体系不健全的社会中，人才和创新活动容易面临多重不确定性。行业边界模糊、从业资格不清、成果权益缺乏保护，会使知识、技艺和创造活动难以获得稳定回报，发明者和技术人才的收益难以保障。缺乏行业规范，专业活动容易陷入无序竞争。科学探索和技术创新往往需要长期积累，也需要面对失败和不确定性。完善的规则体系和法律等正式制度，通过界定权利边界、规范职业活动、保护创新成果、明确收益分配等制度安排，为人才发展和创新活动提供了相对稳定的预期和安全感。而从业

标准、行业规范和公共评价机制的建立，则把个体才能纳入相对稳定的职业秩序之中。

在五个中心形成的过程中，总是伴随着规则和与制度体系的不断规范化和持续调整，能够对人才与创新发展具有明显支撑作用的国家，几乎都同步建立了在同时期相较其他国家都对人才吸引和科技发展而言更具先进性和引领性的制度。16 世纪，意大利通过城邦层面的成文律法、商业契约与行会章程等方式，规范手工业、艺术创作与商贸等活动，技艺收益与创作权益等得以明确，行会相对宽松的准入规则吸纳外来技艺人才，成为早期行业人才集聚的制度基础。17 世纪，英国出台专项成文法令并建立起以《垄断法》为核心的产权保护制度，技术发明权属、工商业研发行为、发明者的收益等以法律方式得以明确，激发了民间技术改良与科学探索热情。而到了 18 世纪的法国，制度发展的重心则主要放在了整顿旧有行业陋习、统一从业标准与行业规范、制度化设立科研奖项上，自上而下的制度安排直接推动了科研与行业发展的规范化以及工程师、科研人才等的职业化。19 世纪，德国依托统一后的制度体系与法治化治理，建立起统一的资格标准与教育规则，并以法律明确学术自由与大学自治，保护工业创新与技术成果，支撑了这一时期顶尖人才集聚与创新成果的密集产出。20 世纪，美国以多部专项法案构建其完善的制度体系，以移民法等放宽专业人才入境、居留与职业

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

从业限制，以不断创新的专利制度和科教领域法案为核心，建立起规范科研投入、知识产权保护等的规范，为全球高端人才流入、科研创新和技术产业发展提供稳固的制度安排。

从比较的视角看，无论是产权制度的明晰，还是行业规则的制定，无论是从业标准的统一，还是移民制度的建立，国家制度体系直接影响了人才与创新发展生态的韧性。划定从业边界、统一行业标准等的保障性制度为人才进入专业领域、从事科技创新提供稳定的制度底线与公平的发展空间；而成果权益界定、知识产权收益、科研奖励等激励性制度则从制度层面激活了个体创造与持续深耕的活力。各个国家虽然因发展阶段与社会条件不同侧重点各有差异，但在人才中心与创新高地的形成中，逐步构建并日趋完善的规则体系都提供了十分关键的保障与支持。但值得注意的是，正式制度并非一成不变，如果难以随着时代变化作出调整以回应新知识、新技术和新职业形态的出现，也将导致一个中心陷入路径依赖、创新僵化等境地。比如，行会制度在早期虽然能够保护技艺和规范职业，但当经济和社会需求发生变化时，也可能限制竞争和阻碍新人才进入。专利制度能够激励发明，但如果过度强调短期收益，也可能影响知识开放和基础探索。因此，规则体系能够对人才和创新提供长久支持的关键是在保障秩序、激励创造和保持开放之间实现动态平衡。只有成

熟而又富有弹性的制度环境，才能持续吸引人才、保护创新、激励创造，转化为一个国家或地区的长期竞争优势。

三、形成机制分析

前几章节对每个国家形成世界人才中心和创新高地进行了深入分析，本章对五个国家的综合比较分析并从思想文化、经济基础、教育科研体系、社会结构、国家能力和规则体系等方面，提炼出了世界重要人才中心和创新高地形成的规律性认识，从不同方面揭示和阐明了中心形成所需的制度条件。但这些条件的存在并不会自然导致中心地位的形成，世界重要人才中心和创新高地的形成也并非一个线性过程。从机制层面看，世界重要人才中心和创新高地的形成，是各项制度条件被整合、组织为一条连续作用链的过程。只有当这些条件在特定历史阶段相互转化、相互支撑时，当多重机制协同联动、共同作用时，人才和创新的比较优势才有可能形成。基于前文的比较分析和规律性认识，我们将形成机制概括为四个方面，即**价值认同机制、需求驱动机制、资源整合机制和协同演进机制**。

（一）价值认同机制：从知识探索到社会认可的转化

价值认同机制，是将科学探索、技术创新、人才成长从少数人的小众行为，转变为全社会认可、尊重、鼓励与支持的公共事业的过程。这一机制将科学活动与社会主流价值观念建立起关联，推动科学活动从边缘走向中心、从个人兴趣

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

转化为社会事业。科学活动的持续发展不仅需要物质资源和制度保障，也需要思想文化、社会价值方面提供正当性支撑。当科学被认为能够服务于更高、更广泛认可的目标时，社会才愿意为其持续投入资源，优秀人才才愿意投身其中，科学成果才能获得社会采纳。同时，一个社会是否尊重科学、尊重人才，是否愿意容纳创新的不确定性，也取决于经济需求、社会结构、教育体系和制度安排能否共同提高科学与人才活动的社会地位。因此，价值认同机制的核心是将科学活动的价值与与社会主流价值建立起有意义的、被广泛接受的关联，关联越是紧密，科学活动的社会支持基础就越广泛，遭遇的阻力就越小。

在世界重要人才中心和创新高地形成过程中，价值认同机制往往通过多条路径发挥作用。**首先是科学探索和人才创造的意义获得了价值层面的正当性。**不论是意大利的人文主义、英国的的清教伦理与功利主义、法国的理性主义与启蒙精神、德国的新人文主义，还是美国的实用主义，科学活动的价值诉求在不同国家和不同时期都有不同的组合方式，但共同点都在于这些价值诉求不断地丰富了知识探索的认知空间，科学研究和科技创新开始被理解为认识世界、改善生活和推动社会进步的重要活动，人的价值与意义也获得了重新定义。**二是科学活动与人才成长价值的社会化认同。**精英层面的价值认同足以支撑小规模的科学活动，但只有广泛的

社会化才能为大规模、建制化的科学事业提供基础。当科学活动与现实利益和公共目标建立起联系，科学也不再只是停留在抽象思辨层面，而是与城市建设、商业扩张、工业生产、国家竞争和社会进步建立起联系，进一步增强了社会对科学活动“有用性”和“必要性”的广泛认可与理解。**三是关联的持续化和稳定化。**科学探索、人才成长与社会主流价值之间的联系既可能是短期的，也可能是长期的，既可能是单一的，也可能是多元的。因此，只有当科学探索能够与理性精神、经济发展、国家需要、公共利益、个人成就和社会进步等多重价值发生长期连接，并随着时代变化进行动态调整，科学活动与人才发展的社会价值才能获得稳定性基础。

价值认同机制支撑起为人才集聚和创新活动提供社会心理基础。当知识创造被视为有价值、有尊严、有前途的事业时，优秀个体才会愿意进入科学和创新领域，社会资源才会更容易流向教育科研和技术创造，制度安排也才会获得持续支持。因此，价值认同机制构串联起分散的思想解放、经济需求、职业预期和制度激励，整合为尊重知识、尊重人才、鼓励探索、承认创造的社会取向。

（二）需求驱动机制：从现实问题到创新方向的转化

需求驱动机制，是指经济社会发展、生产实践、国家竞争和公共治理中的现实问题，通过特定的识别、表达和组织转化为科学探索、技术创新和人才活动方向的过程。具体而

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

言，军事、贸易、生产生活、国家战略等方面的需求为科学活动提供问题来源，将人才引向新的知识边界，并为人才的创新创造提供应用场景和价值回报，使得人才在解决现实问题的同时过程中获得职业机会、社会声望和物质支持。需求牵引机制发挥作用的关键在于具备识别和转化需求的能力，即将经济发展、产业升级、国家竞争、公共治理中产生的真实问题，转化为科学研究议题、技术攻关方向、人才培养目标，使创新活动始终面向时代需求，避免囿于书斋或实验室、并走向封闭与僵化。

从发挥作用的路径看，需求驱动机制的有效运转需要满足三个条件。**一是存在真实、紧迫且持续的社会需求。**在这方面，经济结构转型与市场扩张、产业升级等都为科学研究与创新提供了具体的现实需求。例如，意大利城邦军事竞争带来的火炮运输、城防建设和弹道计算问题，使数学家、测量师、堡垒建筑师等专业人才获得新的实践场景。随着时代的变迁，经济结构转型、产业升级等加剧，对于成体系的研究、专业化的人才、组织化的研发的要求更高，需求层次也越高，牵引的创新的要求越高，所需的人才的层次也越高。同时，国家战略、国际竞争等则进一步强化需求的方向性与集中度。国家能力的提升往往能够集中资源、聚焦任务、组织力量，推动特定领域实现快速突破。**二是存在将实践需求转化为科学研究的中介机制。**比如国家资助体系对于研究方

向的引导，高等教育和学术体系依托大学、实验室、科研机构等机构，将现实需求转化为学科建设、课程设置和人才培养体系，再通过科研成果转化反哺至现实应用。**三是具有能够相应需求的行为主体**，比如科学家、工程师、艺术家等以及由他们构成的学术组织和共同体。随着科学活动复杂度提升，行为主体也越来越需要从个人、作坊或松散社群转向更加组织化的网络。

因此，需求驱动机制通过问题识别与方向引导，将社会生产、国家竞争中的实际瓶颈转化为科学探索的动力，将科学、人才和创新活动嵌入了时代发展与现实问题之中。这一机制揭示了世界重要人才中心与创新高地形成的动力来源问题，也表明了科学创新和人才成长并非单纯的知识生产内部演进结果，而是在回应时代问题中发展的。也正是这种从现实问题到科学方向的转化，使人才中心和创新高地真正成为了知识突破和创新产出的策源地。

（三）资源整合机制：分散要素转化为系统优势

资源整合机制是指将分散在社会中的各类资源和条件，以一定的组织形式、制度安排进行组合、配置和系统性整合的过程，为科学活动、人才发展和创新创造提供持续的物质保障与条件支撑。区别于一般意义上的资源聚集，整合机制强调的是各类资源能否围绕知识生产和人才成长形成有效配置、稳定投入和结构化连接，而不是人才资源、物质资源

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

和知识资源的简单相加。从形成逻辑看，资源整合机制主要解决的是世界重要人才中心和创新高地形成过程中的要素支撑问题。价值认同机制使社会愿意把科学探索和人才创造视为值得投入的事业，需求牵引机制为资源配置提供问题方向。而资源整合机制则决定了外部资源向科学领域和人才培养方面的配置效率，决定了人才是否有发展平台、科学研究是否有支持保障、知识是否有传播与转化渠道等等。

资源整合机制的作用发挥，**首先要以多元化的资源汇集为支撑。**贸易扩展和产业发展带来的财富积累、政府研发投入、高等教育资源、人才交流与科研创新的合作网络、国际化人才来源等，都会以不同方式进入科学活动和人才发展过程。对于科学支持的资源种类越丰富、结构越互补，人才和创新越容易获得相对稳定的支持。**其次是对资源进行配置。**资源如何被分配、被使用，是影响资源配置效率的关键环节。不同的资源基础条件和配置方式各有优势和局限。比如，利用国家行政力量进行资源配置有利于集中力量，但也可能造成僵化；建立学术共同体配置有利于学术职业化和建制化，但也可能形成圈层封闭；依靠王室成员或贵族赞助支持科学事业虽然相对灵活但缺乏稳定性，受个人因素影响和干扰较多。要素的高效配置正是通过将各项基础资源投入合适的场景、领域、平台等，进而提高创新的整体效率。**资源整合机制的作用还在于资源供给的稳定性。**科学研究、人才培养和

重大创新通常具有长周期、高风险和不确定性，需要形成持续性资源供给，并将各项资源配置方式制度化，建立稳定的协作关系、成熟的资源互动模式，才能为科学活动和人才成长与创新提供持续稳定支持。此外，**促进中心和高地形成还需要将资源整合方式制度化。**资源整合机制能够长期为教育、科研、人才成长和创新活动提供可靠条件，需要将临时的资源配置规则转化为可持续、可重复、可预期的模式。例如，17 世纪英国科学活动之所以能够逐渐从个人兴趣和松散交往走向共同体实践，除了皇家学会这一组织的出现，更重要的是学术合作、成果发表等程序的制度化。由此，资源整合机制通过将各项社会资源通过制度化的方式和配置规则，实现了从资源聚集到资源分配、资源长期供给和资源持续高效利用的完整过程。

因此，资源整合机制解决的是资源从存在到有效使用的过程。资源如何分配、整合以及使用，是否具有长期稳定性，则进一步影响了每个国家的创新模式以及人才中心与创新高地的可持续性。从更深层次看，除了在各项资源之间建立连接，中心的形成与稳定还需要在各项制度安排之间建立结构性互补关系，使得经济基础、思想文化开放、教育和科研体系等各项环境要素可以有效协同配合在一起，资源整合机制所体现的正是这些静态基础资源的聚集与系统化整合。但当这些资源进入创新系统后，能否持续适配调整和自我更新，

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

实现竞争与稳定、效率与公平、战略导向与自由探索等之间的平衡，形成和维持中心地位，还需要依赖协同演进机制的有效运行。

（四）协同演进机制：人才与创新系统的动态调整与持续更新

协同演进机制，是指在经济、政治、社会、文化等多项制度安排存在的基础上，与价值认同、需求牵引、资源整合机制共同发挥作用，从而在不同主体、组织和制度之间形成相互反馈、动态匹配和持续调整的过程。这一机制的意义在于揭示了世界重要人才中心和创新高地形成过程的动态性、持续性和更新性。资源整合机制主要回答分散资源如何进入创新系统、转化为可调用的支撑条件，协同演进机制则进一步关注这些条件进入系统之后，能否在人才成长、知识生产、技术创新、产业发展和制度调适之间形成循环关系，并由此生成持续创新能力，强调的是制度之间的互补性，即当某一制度的存在提高了另一制度的效率时，两个制度之间便形成了互补关系，关注创新系统能否具有持续的内生动力。

从作用路径看，**协同演进机制首先体现在需求、资源与知识生产之间的互动。**现实需求提出了问题方向，资源整合提供条件，知识生产回应问题并形成新的技术、方法和理论，新的知识成果又会进一步拓展需求边界、改变资源配置方向。但一个中心能否持续领取决于科学活动和人才培养能否及

时适应需求演进、资源配置能否及时更新等。随着科学活动和产业结构不断变化，新的需求不断加入，原有资源配置方式和制度运行机制也需要随之调整。协同演进机制反映的正式动态调整的能力。例如，美国在20世纪的不同阶段，将大学科研、企业研发、政府资助、风险资本和全球人才流动等要素组合方式不断挑战、重新组合，使创新体系在不同阶段可以适应基础研究、国防需要，也能转向信息技术、生物医药等新领域力。同时，**协同演进机制还表现为人才与机构、制度之间的相互影响。**人才是推动知识突破、组织变革和制度更新的重要主体，当人才在科学探索和技术创新中不断提出新问题、新方法，学术共同体以及人才高度集聚的大学、实验室、科研机构等也需要进行重组与调整。组织又会反过来影响人才成长空间、合作方式、研究方向和职业预期等。此外，**协同演进机制还表现在教育、科技、人才之间的贯通关系。**人才培养需要回应科学前沿和创新需求，科研活动需要持续吸纳和成就人才，人才成长又会推动学科方向、研究范式和组织形式调整。教育科研体系作为其中的重要制度安排，是贯通人才成长与科学发展的重要环节。如果教育与科研体系与科技创新和人才发展之间出现断裂，协同演进机制也会失效，中心的内生动力也会被削弱。

整体来看，协同演进机制的关键在于动态调适能力。世界重要人才中心和创新高地的形成并不是在某一节点突然

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

完成的，中心地位也不会随着时代发展而自然延续。当科学研究从个人探索走向团队协作，从单一学科走向交叉融合，从封闭实验室走向开放网络，从国内竞争走向全球竞争，原有的制度安排和资源配置方式都可能出现不适应。一个中心只有建立起科学、人才与整体环境之间的动态调整过程，才有可能在变化中维持活力。如果既有的制度固化为路径依赖，中心地位则难以长久维持。因此，协同演进机制不仅解释了中心如何形成，也有助于我们理解中心地位的巩固与转移。图 8-1 展现了世界人才中心和创新高地从条件走向系统的形成过程。

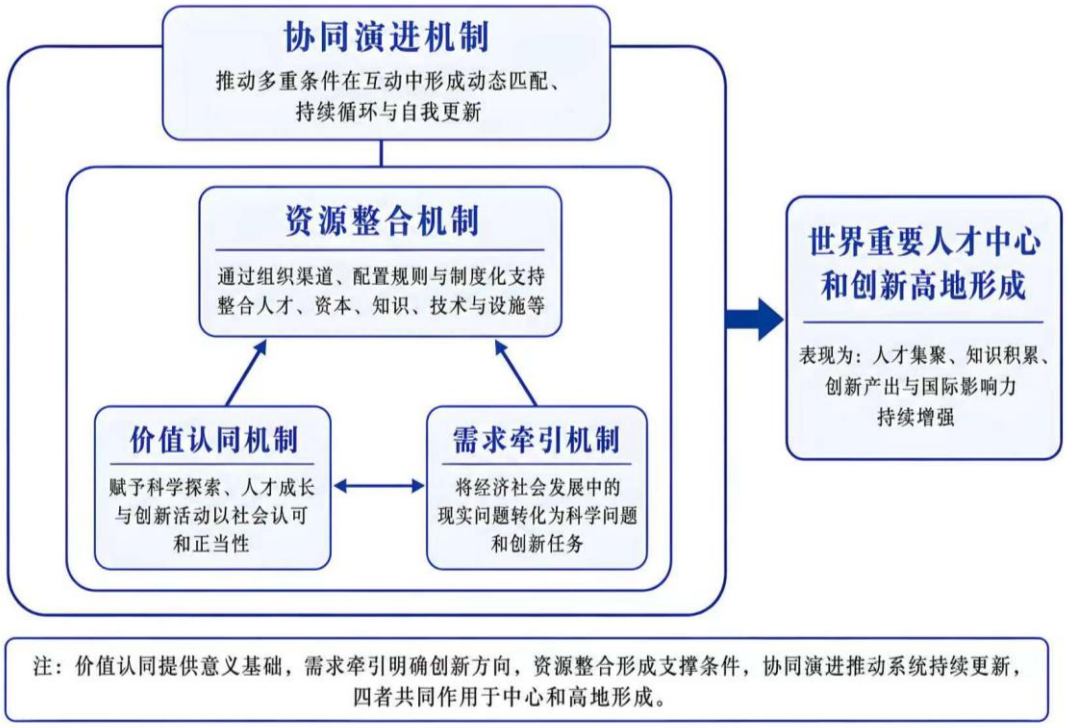


图 8-1 世界重要人才中心与创新高地形成机制图

具体来说，价值认同机制、需求牵引机制和资源整合机制形成内部层级结构，其中价值认同机制提供社会对科学探索、人才成长与创新活动的认同与支持，需求牵引机制将经济、社会与技术发展的现实问题转化为科研和创新任务，引导创新方向。资源整合机制则在此基础上通过组织渠道和配置规则把分散要素转化为可调用的支撑条件，实现人才、知识、技术、资本与空间资源的系统连接与高效配置。而协同演进机制则推动了系统的持续循环和动态更新，确保各机制在历史演进中能够适应变化并防止路径依赖。四大机制彼此嵌合、相互作用和反馈，从意义、方向、条件、循环等方面解释了世界重要人才中心和创新高地的形成过程。

从五个国家比较的视角看，世界重要人才中心和创新高地的模式与形成路径并不是固定不变的。这五个国家虽然都表现出了人才集聚、知识生产和创新活跃等共性特征，其形成过程也遵循相似的底层规律，但它们作为中心和高地的样态并不相同，形成路径也不相同。其差异既体现在不同国家的制度条件差异，也体现了四个机制在不同历史条件下的差异化的耦合关系。而不同国家中心地位的形成、维持和转移，不仅体现了科学活动形态的演进过程，也反映了制度环境、社会结构和国际格局等的持续变化。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

四、历史启示

如前所述，世界重要人才中心和创新高地一旦形成，并不意味着其中心地位可以自然延续。中心能否巩固，首先取决于价值认同、需求牵引、资源整合和协同演进等机制之间能否形成正向反馈。所谓正向反馈，即人才集聚、知识生产、社会进步、科学创新与制度安排等在相互促进中形成持续增强的循环关系。科学成果和技术突破提升社会对知识、人才和创新的认可，社会认可又进一步吸引人才、资本和组织进入创新系统；人才集聚提高知识生产能力，知识生产能力提升又增强中心的声望和吸引力；资源投入改善科研条件和人才成长环境，创新产出又反过来强化资源继续投入的理由；制度安排和组织体系越成熟，越能提高人才培养、成果传播和创新转化效率，进而进一步巩固中心地位。

（一）中心地位的维持与转移

同时，中心地位的维持也取决于相关机制能否在新的历史条件下继续协同运行、相互增强并不断演进。随着科学活动形态不断变化，相应地，中心维持所依赖的机制组合也必须不断变化。如果一个中心如果能够随着时代变化调整价值导向、需求识别、资源配置方式和组织结构，激活机制的协同演进能力，就有可能在新一轮科学和产业变革中继续保持活力。而如果只是固守原有制度优势，不能回应新的科学前

沿、产业需求和人才流动方式，原有优势就可能逐步转化丧失。

而如果机制之间不能有效协同，中心地位即使曾经形成，也可能逐步转移至其他国家或地区。因此，中心衰减往往不是由某一单一因素造成的，其根本原因在于原有的制度组合和机制运行逻辑无法适应新的科学活动形态和历史需求。比如，意大利在近代科学黎明期具有突出的思想文化、商业城市、跨界技艺和赞助网络优势，但其政治分裂、城邦竞争的局限、统一国家能力不足以及科研组织持续性不强，使其难以在科学活动逐渐走向实验共同体和国家制度化之后继续保持中心地位。意大利经验表明，早期的开放和跨界融合能够孕育科学革命，但若不能转化为制度化、体系化的支撑，中心优势就会逐渐丧失。

而科学中心从英国向法国的转移，也并不意味着英国在人才培养和科技创新能力出现了明显的衰弱，而仅仅是在新的历史条件下相对优势的下降。18 世纪的英国是工业革命核心国家，在蒸汽机、纺织机械、冶金、采矿和工厂制度方面优势突出，优势也逐渐转向产业技术和工业化实践。与此同时，皇家学会早期的强烈探索热情有所下降，会员缴费不积极、财政困难等问题出现。到 19 世纪初，关于英国科学衰落的批评更加激烈[1]。这一时期，科学本身也已经从早期哲学实

[1] 查尔斯·巴贝奇巴贝奇在 1830 年出版的《英国科学衰落及其若干原因的思考》深刻直接地批评了英国皇家学会（Babbage，1830）。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

验探索转向了更大规模、更具长期性、高复杂性和组织性的问题，法国正是在这种历史环境下，逐步建立起国家力量主导的科技创新和人才培养体系，把科学紧密嵌入国家建设需求，也因此再 18 世纪成为新的世界科学中心。

而德国的科研地位的兴衰则清楚地表明了，教育科研体系的优势虽然可以推动后发国家实现赶超，但价值认同和制度环境一旦被破坏，中心地位也会迅速受到影响。20 世纪上半叶，由于战争、政治极端化和排斥性意识形态严重破坏了德国长期积累的学术自由、人才开放和国际合作基础，大量顶尖科学家和知识分子外流，德国科学中心地位受到严重削弱，既有教育科研优势在政治和制度冲击下迅速衰减。

美国长期维持的中心地位得益于其 20 世纪以来不断调整适配的制度环境与运行机制。但是，进入 21 世纪尤其是近年来，美国的机制适配和中心的脆弱性也愈发显现。一是原本开放的人才流动开始受限。国际顶尖科学家和研究人员的持续流入，是美国科研体系和创新网络持续更新的重要驱动力。但如果移民政策收紧、国际学术交流受阻或社会环境对外来人才吸引力下降，美国长期依赖的外部智力资源补给就可能受到影响，美国作为全球人才蓄水池的优势就会削弱，会直接影响知识生产、科研活力以及创新生态的多样性。二是基础研究支持面临短期化和应用化压力。美国创新体系过去的一大优势正是强大的基础科学支撑，但近年来，美国联

邦基础研究资助的增长已经显著放缓，相对增长率低于过去几十年水平，而企业研发和应用导向资助比重显著上升（National Science Board, 2022）。这一趋势可能使美国资源整合机制在基础学术积累与长期科研规划方面失衡，转而过度集中于短周期、应用导向和市场回报明确的课题，从而压缩原创性和高风险科研的生态空间。三是资本与创新生态的金融化倾向可能产生结构性偏向。美国风险资本市场、科技平台企业和股权激励制度确实推动了高科技创业和商业化创新的爆发，但 Frenken 等（2017）的研究指出，这种资本驱动可能导致创新资源向少数领域和巨头企业高度集中。这种资本集中不仅影响资源整合机制，还可能削弱协同演进机制中教育、科研、产业和人才之间的动态反馈，使创新体系局限于短周期市场需求。四是制度与社会环境的紧张影响科学共同体和学术自治。美国曾因其高校自治、学术自由、开放讨论和同行评议制度而成为全球知识生产中心。但近年来围绕学术话语、科研伦理、言论环境与政治干预的公共讨论明显增多，某些学科领域甚至出现研究议题受社会压力影响的现象。五是全球创新格局的多中心化模式正在加速形成。过去二十年，中国、欧盟、日本和韩国等地区在高端科研产出、科技人才培养、国际合作层面迅速增长。特别是在人工智能、量子科技、生物医药等前沿领域，非美科研机构与企业表现出愈发明显的竞争力。这意味着全球创新体系正从单

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

一中心模式向多中心、多节点协同网络演化，美国传统的中心优势已经不再是唯一衡量未来创新格局的标准。

从宏观的层面看，中心转移并不是简单的地理空间替换或单纯的国力强弱变化，而是科学活动形态变化之后，不同国家机制组合重新排序的结果。价值认同、需求牵引、资源整合和协同演进四个机制之间的相互依赖关系一旦出现断裂，中心优势就会被削弱。从历史规律看，原有中心往往在过去的成功经验中形成路径依赖，其组织结构、资源配置方式、评价体系和利益格局可能逐渐固化。而新中心则可能因为更能回应新科学、新产业和新人才流动方式，从而形成新的制度优势。因此，世界重要人才中心和创新高地的历史转移正是旧中心机制失配与新中心机制适配之间的差异逐渐扩大的结果。

（二）未来格局研判

当前，随着时代进步与发展，科学活动、人才流动和创新网络的组织方式已经发生深刻变化。未来世界重要人才中心和创新高地，未必仍然能够表现为单一国家对全球科学和人才资源的长期垄断。一些学者认为，世界人才中心、教育中心、科学中心等可能会愈加呈现多中心、多层级、多领域并存的格局（曹晓阳等，2021；褚建勋等，2023）。这一变化首先源于科学活动本身的复杂化。现代科学越来越依赖跨学科、大平台、大装置、大数据和全球合作，单一国家或地

区很难在所有前沿领域都保持绝对优势。学科分类、产业领域和劳动分工更加精细化，基础研究、应用研究、产业创新和成果转化等可能在不同地域形成各自优势。因此，世界人才中心和创新高地大概率将不再只是单一中心的概念，而呈现出综合性中心与专业性、领域性中心等多中心并存的局面。

与此同时，全球人才流动方式也在持续变化。历史上各中心的发展趋势往往是通过持续吸引外部人才来巩固优势，而当前人才流动已经不再只是从边缘流向中心的单向过程。跨国合作、远程协作、全球创新网络和信息化数字化等新技术的发展，使人才可以在多个空间之间保持联系。一个国家或地区即使不是唯一中心，也可能通过开放网络参与全球知识生产并形成局部优势。人才中心的竞争除了吸引和留住人才，还越来越关注能否构建更加开放、灵活和高效的人才合作网络。

此外，创新活动与产业链、供应链、资金链和政策链之间的关系也更加紧密。现代的科学创新除了不只是科学成果产出本身，更是包含了技术转化、产业扩散、资本支持、场景应用和制度适配等各个方面。不同国家和地区可能根据自身经济结构、产业体系、制度环境和人才基础等，在不同环节、领域形成竞争优势。因此，未来的世界重要人才中心和创新高地将更多表现为人才、科技、产业、资本和制度多维优势的叠加。国际竞争也不再仅仅限于能否成为全球唯一的

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

综合性或分领域中心，而在于能否在多中心格局中形成不可替代优势，并通过持续的机制协同增强全球影响力。

第九章 中国建设世界重要人才中心和创新高地的条件分析与对策建议

党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央统筹中华民族伟大复兴战略全局和世界百年未有之大变局，对加快推进人才发展和科技创新作出顶层设计和战略谋划，擘画了新时代我国人才和创新工作的宏伟蓝图。2021 年 9 月，中央人才工作会议在北京召开，习近平总书记明确提出要加快建设世界重要人才中心和创新高地，为 2035 年基本实现社会主义现代化提供人才支撑，为 2050 年全面建成社会主义现代化强国打好人才基础。这一重大战略部署标志着中国人才工作进入了新的历史阶段。国家“十五五”规划纲要也在“第十一章 一体推进教育科技人才发展”明确提出，健全教育科技人才战略统筹实施机制，加强战略目标有机衔接、战略任务一体部署、政策措施协调发力、资源要素统筹配置，推动教育科技人才平台基地协同布局，建设具有全球影响力的教育中心、科学中心、人才中心。

从国际背景来看，全球人才流动正经历从单向迁移向多元环流的深刻转型，人才中心正从欧美向亚洲扩散转移。美国等西方国家的签证政策收紧、地缘政治重塑流动格局，为中国吸引全球人才创造了历史性机遇。与此同时，人工智能、量子科技等新一轮科技革命加速演进，对人才需求结构产生

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

了根本性影响。据统计，到 2030 年中国对人工智能专业人才的需求预计将达到 600 万，人才缺口可能高达 400 万[1]。

从国内发展来看，中国已成为全球规模最宏大、门类最齐全的人才资源大国，人才资源总量达到 2.2 亿人，技能劳动者总量超 2 亿人，其中高技能人才超 7200 万人[2]。2025 年我国全社会研发经费投入达 39262 亿元，研发经费投入强度首次超过 OECD 国家平均水平，达到 2.8%[3]。然而，在建设世界重要人才中心和创新高地的征程中，中国既面临着前所未有的机遇，也存在着诸多挑战和不足。

本章节旨在深入分析中国建设世界重要人才中心和创新高地的现状，系统评估面临的形势，全面剖析存在的优势与劣势，为推进这一重大战略目标提供决策参考。

一、我国建设世界重要人才中心和创新高地的战略目标

（一）阶段布局

我国建设世界重要人才中心和创新高地的战略目标具有明确的时间节点和阶段目标。根据中央人才工作会议精神，国家制定了清晰的“三步走”战略布局。即到 2025 年，全社会研发经费投入大幅增长，科技创新主力军队伍建设取得重要进展，顶尖科学家集聚水平明显提高，人才自主培养能力不断增强，在关键核心技术领域拥有一大批战略科技人才、一

[1] 来自麦肯锡报告《在华企业如何填补 AI 人才缺口》。

[2] 参见《人民日报》2025 年 11 月 20 日《丰富人才资源，厚植发展优势》。

[3] 数据来自国家统计局《中华人民共和国 2025 年国民经济和社会发展统计公报》。

流科技领军人才和创新团队。到 2030 年，适应高质量发展的人才制度体系基本形成，创新人才自主培养能力显著提升，对世界优秀人才的吸引力明显增强，在主要科技领域有一批领跑者，在新兴前沿交叉领域有一批开拓者。到 2035 年，形成我国在诸多领域人才竞争比较优势，国家战略科技力量和高水平人才队伍位居世界前列。国家的战略目标的设定体现了国家对人才工作的系统性思考和前瞻性布局。

（二）空间布局

在空间布局上，国家采取了“战略支点+雁阵格局”的布局模式，国家将在北京、上海、粤港澳大湾区建设高水平人才高地，一些高层次人才集中的中心城市建设吸引和集聚人才的平台，开展人才发展体制机制综合改革试点。这一空间布局充分考虑了各地区的比较优势和发展基础。

北京作为全国科技创新中心，在基础研究、战略科技力量等方面具有独特优势。2024 年，北京在世界知识产权组织发布的全球科技创新集群排名第 3 位，高被引科学家数量 431 人次，万人发明专利拥有量 304 件，基础研究人才密度、投入强度等均居全国首位[4]。

上海作为国际经济、金融、贸易、航运中心，在高端制造、生物医药、人工智能等领域集聚了大量创新资源。上海

[4] 来自国务院新闻办发布会关于 2025 中关村论坛年会有关情况的介绍。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

人才净流入占比排名全国第一，2024 年流动人才中 55%分布在 IT 互联网、制造业行业[5]。

粤港澳大湾区作为中国开放程度最高、经济活力最强的区域之一，在科技创新和人才集聚方面展现出强劲势头。粤港澳大湾区拥有全国密度最高的科研院所与高等教育资源，2025 年起，粤港澳大湾区在世界知识产权组织发布的全球创新集群排名中位列第一，在 PCT 国际专利、科技论文发表数量、风险投资交易量三个维度上都处于全球领先地位，科创引领力持续凸显[6]。

（三）体制机制改革重点

在体制机制改革方面，习近平总书记强调，要深化人才发展体制机制改革，根据需要和实际向用人主体充分授权，发挥用人主体在人才培养、引进、使用中的积极作用。改革的核心要点包括:

为人才松绑：要积极为人才松绑，完善人才管理制度，做到人才为本、信任人才、尊重人才、善待人才、包容人才。要赋予科学家更大技术路线决定权、更大经费支配权、更大资源调度权，同时要建立健全责任制和军令状制度，确保科研项目取得成效。

优化科研管理：要深化科研经费管理改革，优化整合人才计划，让人才静心做学问、搞研究，多出成果、出好成果。

[5] 来自智联招聘和泽平宏观联合发布的《中国城市人才吸引力排名：2025》。

[6] 来自《粤港澳大湾区协同发展报告（2025）》。

要完善人才评价体系，加快建立以创新价值、能力、贡献为导向的人才评价体系，形成并实施有利于科技人才潜心研究和创新的评价体系。

强化战略人才培养：要大力培养使用战略科学家，坚持实践标准，在国家重大科技任务担纲领衔者中发现具有深厚科学素养、长期奋战在科研第一线，视野开阔，前瞻性判断力、跨学科理解能力、大兵团作战组织领导能力强的科学家。

二、我国建设世界重要人才中心和创新高地现状

党的十八大以来，在以习近平同志为核心的党中央的坚强领导下，我国人才队伍快速壮大，人才素质明显提升，人才比较优势稳步增强；基础前沿研究实现新突破，战略高技术领域迎来新跨越，创新驱动引领高质量发展取得新成效，面向国家重大需求的战略高技术研究取得重要成果，科技体制改革打开新局面，创新主体和人才活力进一步释放，国际开放合作取得新进展，为我国加快建设世界重要人才中心和创新高地创造了有利条件。

（一）人才发展体制机制持续优化，科技创新体系不断完善

党的十八大以来，我国在改革人才培养、使用、评价、服务、支持、激励等机制方面下了很大功夫，取得了积极成效。人才发展体制机制改革进一步深化，政府人才管理职能加快转变；人才激励机制进一步完善，人才评价体系不断优

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

化；人才流动机制进一步健全，推动人才区域合理布局和协调发展；人才保障机制不断创新，人才管理法制建设稳步推进。此外，党中央坚持以深化改革激发创新活力，在完善科技管理体制、优化资源配置方式、健全科研评价制度体系、打破创新要素流动壁垒等方面持续发力，科技创新体系不断完善，为加快建设世界重要人才中心和创新高地提供了坚实的制度保障。

（二）人才规模不断扩大，人才自主培养质量全面提高

从人才总体规模来看，根据中组部会同相关部门统计发布的官方口径，我国人才资源总量达到 2.2 亿人，成为全球规模最宏大、门类最齐全的人才资源大国[7]。研发人员总量从 2012 年的 325 万人年提高到 2024 年的 757 万人年，连续多年居世界首位[8]。从人才培养质量来看，我国人才队伍素质显著增强。2025 年我国劳动年龄人口平均受教育年限达 11.3 年，受高等教育比例为 24.9%，技能人才占就业人员总量的比例超过 26%，高技能人才占技能人才的比例约 30%[9]。

特别值得关注的是，中国高层次科技人才实现了爆发式增长。根据《全球高层次科技人才态势报告》，中国高层次科技人才数量从 2020 年的 18805 人增长至 2024 年的 32511 人，占全球比重从 16.9%跃升至 27.9%，首次超越美国（31781 人，

[7] 数据来自中央人才工作会议官方发布和中组部“中国这十年”系列发布会。

[8] 数据来自国家统计局、科学技术部、财政部联合发布的《2024 年全国科技经费投入统计公报》。

[9] 数据来自国家统计局《中华人民共和国 2025 年国民经济和社会发展统计公报》。

占比 27.3%），位居全球首位[10]。

在人才培养方面，中国建立了世界上规模最大的高等教育体系。2024 年全国各类高等教育在学总规模达 4846 万人，居世界第一，高等教育毛入学率从 2012 年的 30%达到 2024 年的 60.8%，为人才供给提供了坚实基础；中国劳动年龄人口平均受教育年限已提升至 11.2 年，新增劳动力平均受教育年限高达 14 年[11]。

（三）科技创新投入强度持续提升，科研体系日趋完善

2025 年全社会研发经费支出达到 39262 亿元，研发投入强度 2.80%，其中基础研究经费 2778 亿元，占研发经费支出比重为 7.08%，为培育具有国际竞争力的世界级科技大师、领军人物、顶尖人才奠定了坚实基础[12]。此外，中国企业研发经费占比（77.7%）接近美国（79.0%）和日本（79.4%），高于德国（67.4%）、法国（65.8%）等欧盟国家，体现了企业创新主体地位的不断强化[13]。

我国的科研基础设施建设也日趋完善，形成了层次分明、功能互补的创新平台体系。在国家实验室建设方面，截至 2025 年底，我国已建成 10 个国家实验室，包括中关村国家实验室、怀柔国家实验室、昌平国家实验室、浦江实验室等，其中北京（3 个）、上海（3 个）为核心聚集区，占全国总量

[10] 数据来自“全球全学科顶级期刊列表发布会”上发布的《全球高层次科技人才态势报告》。

[11] 数据来自教育部《2024 年全国教育事业发展统计公报》。

[12] 数据来自国家统计局《中华人民共和国 2025 年国民经济和社会发展统计公报》。

[13] 数据来自国家统计局、科学技术部、财政部联合发布的《2024 年全国科技经费投入统计公报》。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

约 60%[14]。国家实验室是我国科技创新体系的“塔尖”，定位为解决国家重大战略科技问题的大型综合性研究基地，聚焦信息、能源、生命、海洋、量子等国家战略必争领域，与“卡脖子”技术清单高度契合。截至 2025 年底，全国重点实验室（原“国家重点实验室”）重组与新建总量超 550 家，约 80%（近 400 家）由“双一流”高校牵头或共建，超 110 所“双一流”高校参与其中。重组后，企业国家重点实验室占比从 18% 提升至 29%，华为、宁德时代等 23 家龙头民营企业获得实验室建设资质。在空间分布上，北京（占比 25.9%）、上海（占比 8.6%）、粤港澳大湾区（占比 7.0%）三大科创中心集中分布，成渝、武汉、西安等区域中心形成支撑网络[15]。

（四）人才国际竞争比较优势初步形成，创新成果持续涌现

创新驱动实质是人才驱动，我国加快建设国家战略人才力量，大力培养造就出一大批具有全球视野和国际水平的战略科技人才、科技领军人才、青年科技人才和高水平创新团队。世界知识产权组织等发布的全球创新指数显示，我国在全球 139 个经济体中的排名上升至 2025 年的第 10 位，首次跻身全球前 10，是唯一进入全球前 30 的中等收入经济体；创新集群全球领先，拥有 24 个全球百强创新集群，连续第

[14] 来自科技部数据统计。

[15] 来自科技部数据统计。

三年位居全球首位[16]。

中国大陆入选科睿唯安“高被引科学家”的数量由 2014 年的 111 人次提高到 2025 年的 1406 人次，占全球的 20%，位居全球第二，仅次于美国[17]。尤其在化学、材料、工程科学、生命科学等学科领域，高水平科学家数量增长迅速。在高层次人才引领带动下，我国着力加强科技创新能力建设，集聚力量进行原创性引领性科技攻关，积极抢占科技发展国际竞争制高点，成功实施一批具有战略性全局性前瞻性的国家重大科技项目，一些关键核心技术实现突破，载人航天、探月探火、深海深地探测、超级计算机、卫星导航、量子信息、核电技术、新能源技术、大飞机制造、生物医药等领域取得重大成果，进入创新型国家行列。

从自主创新成果产出来看，我国各学科最具影响力期刊论文数量、高水平国际期刊论文数量及被引用次数继续保持世界第一位，2024 年，中国在世界各学科最具影响力期刊[18]上发表的论文数为 15067 篇，占世界总量的 35.2%，排在世界第一位；按第一作者第一单位统计分析的结果显示，中国发表高水平国际期刊论文 15.49 万篇，占世界总量的 39.2%，被引用次数为 101.12 万次，论文发表数量和被引用次数均排在世界第一；热点论文[19]达到 2342 篇，占全球 53.2%，世界

[16] 数据来自 World Intellectual Property Organization, Global Innovation Index 2025.

[17] 数据来自科睿唯安 Clarivate “高被引科学家”2025 年度数据。

[18] 各学科影响因子最高的期刊被看作世界各学科最具影响力期刊。

[19] 近两年内发表、被引次数进入学科前 1‰的高影响力论文。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

第一，连续三年领跑；高被引论文[20]达到 76271 篇，占全球 37.41%，世界第二，与美国差距较小[21]。《科学引文索引》SCI 收录论文数 86.68 万篇，占全球 32.9%;《工程索引》EI 收录论文数 61.65 万篇，占全球 39.8%，均排名全球第一。化学、材料科学领域论文数量与被引频次均居全球前列，生命科学、基础医学等领域进步明显；电子与通信工程、计算机技术、机械工程、材料工程、能源工程等传统优势领域持续领跑，人工智能、量子计算、生物医药工程等新兴交叉领域论文增长迅速[22]。

（五）人才汇聚与创新驱动更好地为经济社会高质量发展塑造新动能新优势

我国充分激发各类人才创新活力，使得人才效能持续增强，人才对经济社会发展的贡献逐年提升，推动人才优势加速转化为高质量发展动力。以北京地区为例，根据《北京人才发展报告（2024）》，2024 年北京地区人才资源对经济增长的贡献率达到 58.6%，人才引领创新的作用日趋凸显[23]。通过科技创新开辟发展新领域新赛道、塑造发展新动能新优势，依托超大规模市场体系和完备产业体系，加速科技成果向现实生产力转化，积蓄了推动高质量发展的新动力、新势能。国家知识产权局数据显示，我国国内有效发明专利达 532 万

[20] 近十年发表、被引次数处于世界前 1%的论文。

[21] 以上数据均来自中国科学技术信息研究所发布的《中国科技论文统计报告 2025》。

[22] 以上数据均来自中国科学技术信息研究所发布的《中国科技论文统计报告 2025》。

[23] 数据来自北京市人力资源研究中心、北京人才发展战略研究院发布的《北京人才发展报告（2024）》。

件，成为世界上首个国内有效发明专利数量突破 500 万件的国家；截至 2025 年，我国发明专利申请量已连续多年位居全球第一，成为名副其实的专利大国；国内高价值发明专利拥有量达到 229.2 万件，其中七成属于战略性新兴产业，比如，我国拥有全球 60%的人工智能专利，机器人相关专利数量占全球比重约 2/3，绿色低碳技术的 PCT（专利合作条约）国际专利申请公开量连续多年位居世界第一，成为我国加快发展新质生产力的有力注脚[24]。

创新产业茁壮成长，数实经济加快融合。“十四五”时期，我国高端制造蓬勃发展，装备制造业销售收入年均增长 9.1%，持续高于制造业平均水平；2025 年装备制造业销售收入同比增长 7.4%，计算机通信设备制造业、仪器仪表制造业等先进制造业发展向好，同比分别增长 11.5%和 10.3%。“十四五”时期，高技术产业销售收入年均增长 13.9%，数字经济核心产业销售收入年均增长 10.5%、企业采购数字技术年均增长 11.2%；2025 年高技术制造业、高技术服务业同比分别增长 10.1%和 16.6%；智能消费设备制造、集成电路制造、机器人制造同比分别增长 32.4%、19.2%和 24%[25]。

三、我国建设世界重要人才中心和创新高地的优势分析

我国在建设世界重要人才中心和创新高地的进程中，积

[24] 参见《人民日报》2026 年 2 月 26 日《我国发明专利申请量连续多年全球居首》及国家知识产权局 2025 年知识产权工作进展发布信息。

[25] 参见《人民日报》2026 年 1 月 30 日发布的《“十四五”时期装备制造业销售收入年均增 9.1%》。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

累了区别于欧美发达国家的独特竞争优势。不同于西方国家依靠市场化自发演化、长期积累形成人才创新体系的模式，我国依托特色制度体系、超大规模人才体量、产业数字化后发红利以及长期历史创新文化积淀，构建了制度可控、体量庞大、迭代快速、包容开放的人才创新发展体系，成为我国赶超全球顶尖人才创新高地、实现科技自立自强的核心支撑。

（一）制度优势：集中力量办大事

我国建设世界重要人才中心和创新高地的首要优势在于社会主义制度能够集中力量办大事的政治优势。这一制度优势在人才工作中体现得尤为明显。

一是顶层设计与战略定力。党管人才的体制机制确保了人才工作的战略定力和政策连续性。通过完善党委统一领导，组织部门牵头抓总，职能部门各司其职、密切配合，社会力量广泛参与的人才工作格局，形成了强大的工作合力。

二是强大的组织动员能力。中国特色社会主义制度具有强大的组织能力，能够调动一切积极因素，将资源持续投入最关键领域。这种系统性的组织与文化优势，使得我国人才不仅是技能的拥有者、创新的实践者，更是使命的担当者，这是难以复制的核心竞争力。

三是新型举国体制优势。在新型举国体制下，我国能够锤炼与打造一支自主创新能力强的科技人才队伍，形成一批新质劳动力队伍，助力新质生产力的形成与发展。健全新型

举国体制，实质上也是坚持人才驱动的发展模式。

（二）规模优势：人口红利向人才红利转变

我国拥有得天独厚的人才规模优势，这是我国建设世界重要人才中心和创新高地的坚实基础。

一是人才基数庞大。我国作为人口大国，14 亿多人口既是巨大的消费群体，更是丰富的人力资源宝库，劳动年龄人口规模超过 8.5 亿人，居世界首位[26]。

二是人才资源总量全球第一。中国已成为全球规模最宏大、门类最齐全的人才资源大国，人才资源总量达到 2.2 亿人，专业技术人才超过 8000 万人，技能劳动者总量超过 2.2 亿人，其中高技能人才超过 7200 万人[27]。

三是人才培养能力世界领先。我国每年培养超 500 万科学、技术、工程、数学专业（STEM）毕业生，全球领先。中国软件开发者数量已占到全球三分之一，持续为人才红利输送资源。中国高校培养的顶尖人工智能（AI）研究人员全球占比约 50%，在人工智能尖端人才培养上，走在世界前列（邱海峰，2024）。

四是工程师红利凸显。我国拥有全球最大规模的工程师队伍，科学家与工程师的总体规模接近 2000 万人。其中，2000 年至 2020 年间，中国工程师总量从约 520 万人激增至约 1770 万人，为科技创新提供了强大的人才支撑（新华社，

[26] 数据来自国家统计局 2025 年国民经济运行情况相关解读。

[27] 数据来自国务院新闻办举行的新闻发布会人力资源社会保障部发布会资料。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

2025）。

（三）后发优势：数字化转型与新质生产力发展

相较西方国家，我国在建设人才中心和创新高地过程中展现出显著的后发优势，特别是在数字化转型和新质生产力发展方面。

一是数字经济引领发展。我国在数字经济领域具有独特优势，正在成为全球数字人才的重要聚集地。数字经济人才总量达3286万人，且发展空间巨大[28]。

二是新质生产力催生新机遇。人工智能、量子科技、生物技术等新兴产业领域为中国提供了“弯道超车”的机会。新质生产力相关产业人才需求持续爆发，新一代信息技术、高端装备、新材料等领域成为人才市场“吸金池”。

三是产业应用场景丰富。我国庞大的市场规模为新技术应用提供了丰富的场景，这是吸引全球人才的重要优势。以人工智能为例，我国生成式AI产品用户规模已突破2.49亿，为AI人才提供了广阔的发展空间[29]。

四是基础设施后发先至。我国在5G、数据中心、工业互联网等新型基础设施建设方面走在世界前列，为人才创新创业提供了一流的硬件环境。

（四）文化优势：创新文化的传承与发展

我国拥有独特的创新文化优势，这种文化底蕴为人才发

[28] 数据来自中国重庆人力资源服务产业发展研究院等发布的《中国数字经济人才发展报告（2025）》。
[29] 数据来自中国互联网络信息中心发布的《第55次中国互联网络发展状况统计报告》。

展提供了深厚的精神支撑。

一是历史文化传承。中华文明具有深厚的创新传统，早在西方工业革命之前，中国就已经在水利工程、天文仪器、机械自动装置、液晶等领域引领全球。这种创新基因在新时代得到了传承和发展。

二是独特的创新模式。中国在发展中形成了独特的创新文化，这种文化以“解决实际问题”为导向，注重技术的连续性与稳定性，倾向于在现有技术体系内进行渐进式创新。这种“深耕、积累、从 1 到无穷”的创新模式，与欧美“突破、颠覆、从 0 到 1”的创新模式形成有效互补。

三是精神财富支撑。我国一代代科技工作者在极端艰苦的条件下坚持不懈，形成了“两弹一星”精神、西迁精神、载人航天精神、科学家精神、探月精神、新时代北斗精神等，塑造了具有中国特色的创新文化（张洋等，2025）。

四是包容创新的环境。今天的中国，尊崇创新、鼓励创新、大胆创新、包容创新的文化土壤不断培厚，使创新文化日益成为一种价值导向、一种生活方式、一种时代气象（张洋等，2025）。

四、我国建设世界重要人才中心和创新高地的劣势分析

我国在建设世界重要人才中心和创新高地过程中面临着诸多问题，包括深层次的体制机制障碍、资源配置失衡、原始创新能力不足、国际化程度有限等，这些问题严重制约

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

了人才创新活力的释放，形成一定劣势。

（一）体制机制障碍：管理体制与评价体系存在掣肘

一是“破四唯”不够彻底。党的十八大以来，各地方和相关部门认真落实中央要求，出台破除“唯论文、唯职称、唯学历、唯奖项”倾向等一系列相关改革举措，但在实际操作中，科技人才评价改革还存在落实难、落实不到位的问题，部分地区和工作单位在破除了旧的四唯标准后，未能及时建立起科学、公正、且广为接受的新评价标准，“新标”未立导致在职称评审、聘期考核、人才引进等评价过程中，依靠论文数量、项目层级、奖项等级开展人才评价的现象仍存在。

二是科技人才与项目缺乏长周期评价。在基础研究领域，一年一考核、三年一评聘的短周期评价，迫使科研人员不得不追求“短平快”的科研方向和选题，难以沉下心来进行需要长期积累、风险高的原创性研究。

三是科研管理行政干预过多。科研管理中存在“管得过多、过细”的问题，科研经费的管理和使用限制仍然较多，科研人员耗费大量时间精力在非科研的行政事务上。在科研第一线的科学家缺少对于项目管理的发言权、自主权。

（二）资源配置失衡：区域差距与人才结构存在矛盾

一是区域发展不平衡。我国东部地区研发人员密度为中西部的 2.8 倍[30]。东部人才依旧持续集聚，中部、西部、东北

[30] 数据来自国家统计局、科学技术部、财政部联合发布的《2024 年全国科技经费投入统计公报》。

持续净流出[31]。“孔雀东南飞”导致资源分布不均，北京、上海、粤港澳三大创新中心集中了全国近 60%的重点实验室资源[32]。

二是人才结构存在“剪刀差”结构矛盾。我国技能人才总量超 2 亿人，高技能人才超 6000 万，但存在低技能劳动力相对过剩和高层次人才严重短缺的结构矛盾。传统工科人才过剩，但人工智能、量子信息等前沿领域人才缺口仍然较大，《制造业人才发展规划指南》预测我国制造业十大重点领域人才缺口超 3000 万人。

三是不同层次人才资源分布不均。学术头衔和人才称号等“帽子”仍是资源配置的限制性条件，顶尖学者能够获取的资源存在明显的“马太效应”，“帽子”成为学术圈的“通行证”，岗位聘用、职称评定、薪酬待遇、学术资源集中倾斜，一定程度上遏制了青年人才成长的通道。尽管已有政策规定不把人才称号作为评价人才、配置学术资源的唯一依据，减少直接挂钩，但实际执行和落地不到位，广大没有“帽子”的普通青年教师生存压力巨大，难以安心从事高风险的长线研究。

（三）原始创新短板：原始创新与基础研究能力不足

一是基础研究投入不足。2025 年，我国研究与试验发展（R&D）经费支出达 39262 亿元，多年稳居世界第二位，但其中基础研究经费为 2778 亿元，占 R&D 经费比重仅为 7.08%，远低于美国等发达国家 15-20%的水平。基础研究投

[31] 数据来自智联招聘、泽平宏观联合发布的中国城市人才吸引力排名：2025。

[32] 来自科技部数据统计。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

入只占 GDP 的 0.19%，而美国占比达到 0.5%[33]。

二是原始创新能力薄弱。最核心的问题在于“从 0 到 1”的原始创新能力仍然薄弱，标志性的理论突破和科学奖项稀缺，在诺奖级别的原创成果方面与科研强国存在较大差距。

三是关键核心技术受制于人。我国在部分关键核心技术领域尚未摆脱“卡脖子”的风险，在高端芯片、操作系统、工业软件等领域仍高度依赖进口。“卡脖子”技术攻关项目资源投入大、技术成熟度低，中短期内难以形成市场回报，企业短期微观利益和国家长期宏观利益之间存在偏差。

四是创新链与产业链脱节。企业创新主体地位不牢固，研发投入不足，在科技项目立项、资源分配中参与度较低。创新链与产业链衔接存在断点，中试验证、应用验证平台等成果转化平台缺乏，既懂技术又懂市场，能够调动各方资源，深度服务于技术转移转化全过程的专业人才短缺。

（四）国际化程度不足：人才流动与国际合作障碍

一是国际人才吸引力不足。语言障碍、文化差异、生活习惯等因素影响了海外人才来华发展的意愿和适应性。在签证政策方面，2025 年 10 月，我国推出了主要面向在科学、技术、工程和数学（STEM）领域年轻人才的 K 字签证[34]，旨在吸引全球优秀科技人才来华交流与合作，但相比发达国家

[33] 数据来自国家统计局《中华人民共和国 2025 年国民经济和社会发展统计公报》。

[34] 2025 年 8 月 7 日，国务院总理李强签署第 814 号国务院令，公布《国务院关于修改〈中华人民共和国外国人入境出境管理条例〉的决定》，自 2025 年 10 月 1 日起施行。

的人才签证政策，仍存在审批流程复杂、周期长等问题。

二是缺少对国际人才的专项支持计划。目前国内各类人才计划主要面向我国学者或者受雇于国内高校院所等用人单位的人才，缺乏吸引来自世界各国的科研人员来我国资助其开展科研工作的人才专项计划。对比国际，美国的“富布莱特”学者计划、欧盟的“玛丽·居里”学者项目、德国的“洪堡”学者计划等均面向全球科学家开放，设置不同层次的项目，资助国内外杰出学者赴该国开展科研工作，扩大国际科研交流，并通过建立全球学者网络，提升国际影响力。

三是国际科研合作深度不够。我国参与国际大科学计划起步较晚，在近几年逐渐牵头实施了国际子午圈大科学计划、人类表型组国际大科学计划等，但大科学装置等基础科研设施的国际开放程度不够，在国际大科学计划、跨国科研合作等方面参与度和主导力有待提升，国际学术话语权需要进一步增强。对比国际，欧洲核子研究中心 CERN 汇集了来自全球 100 多个国家的超过 1.5 万用户，这些背景多样、来源广泛的科学家可以使用其大型粒子对撞机开展研究，充分促进了不同国家科学家的交流合作。

五、我国建设世界重要人才中心和创新高地的形势研判：机遇与挑战并存

当今世界正经历百年未有之大变局，全球局势复杂多变，美国等西方国家的签证政策收紧、地缘政治重塑全球人才流

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

动格局，全球人才流动正经历从单向迁移向多元环流的深刻转型，这为我国建设世界重要人才中心和创新高地带来新机遇的同时，也形成了诸多挑战。

（一）国际形势和产业变革带来的机遇

一是美国人才政策收紧。自 2025 年特朗普上台后，美国人才政策进入全面收紧周期，从“全球人才竞争”转向“国家安全+本土就业保护”双主线，通过签证制度重构、科研安全审查升级、留学生管控强化等多重手段，构建起“高门槛、严筛选、强审查”的人才治理体系。这一政策转向成为影响全球科研人才流动的关键变量，开始出现全球人才流动的“美国退潮”，美国对华裔科学家的清查已经严重削弱了美国在生命科学领域的原创能力，“归国潮”持续升温为中国创造了吸引人才的宝贵战略机遇。

二是地缘政治重塑全球科创格局。地缘政治正以史无前例的深度和广度重塑全球创新生态，从“效率优先的全球化创新”转向“安全与主权并重的阵营化竞争”，形成技术脱钩、创新分化、规则重构三大趋势。欧美国家在科技创新领域构建起“小院高墙”，我国短期遭遇技术封锁，长期来看，对我国加速自主创新，突破技术封锁，构建自主可控产业链，打造全球创新中心形成关键机遇。

三是技术革命催生产业变革带来新需求。新一轮科技革命与产业变革加速演进，颠覆性技术持续突破，推动传统产

业转型升级、新兴产业蓬勃崛起、未来产业前瞻布局，倒逼产业结构、生产方式、用工模式发生系统性变革，催生出大规模、多层次、复合型的高端人才新需求。人工智能、量子科技等新一轮科技革命为中国提供了“换道超车”的新机遇。

四是国际合作新空间。美国特朗普政府推行“美国优先”的单边主义政策，掀起新一轮逆全球化浪潮，我国坚持多边主义、自由贸易与科技开放合作原则，依托一带一路、金砖国家、上合组织等多边合作平台，持续深化与新兴市场国家、发展中国家的经贸往来、科技合作与人才交流，为我国承接全球化溢出红利、参与全球科技治理、吸引集聚全球多元人才、提升国际影响力创造了有利条件。

（二）面临的主要挑战

一是地缘政治博弈带来国际竞争加剧。以美国为首的西方国家奉行单边主义、保护主义，叠加特朗普政府“逆全球化”政策延续影响，持续出台对华遏制举措。尽管我国人才回流趋势明显，但在全球顶尖人才竞争中仍面临激烈竞争，欧盟、加拿大、日本、新加坡等发达国家和地区都在加大人才吸引力度，我国顶尖人才争夺面临激烈竞争。

二是技术封锁风险持续深化。美国不断扩大实体清单管控范围，对我国高端制造、人工智能、量子科技、半导体等前沿领域企业、科研机构、高校实施封锁、技术断供、设备禁运，严控高端科研仪器、核心元器件对华出口，大幅抬高

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

我国科研攻关成本。收紧对华人才流动管控，限制华裔高层次科研人员赴美学术交流、科研任职，压缩我国留学生理工科专业名额，审查、关停中美高校科研合作项目。同时，欧盟、日韩等盟友同步跟进收紧高端技术出口、人才合作政策，西方主导的传统科创圈层形成排他性壁垒，我国深度融入全球科研体系难度加大，顶尖人才跨境交流受阻。

三是人才安全风险不断复杂化。随着国际形势趋于复杂，人才安全问题日益突出，已成为国家安全重要组成部分。一方面，顶尖人才流失风险仍存，部分高精尖领域人才受海外高薪、优质科研平台吸引，出现人才外流现象；另一方面，跨境人才流动伴随技术泄密、数据泄露、知识产权侵权等风险，境外势力通过学术交流、校企合作、人才引进等渠道窃取我国核心科研技术、产业机密。此外，部分西方国家刻意制造学术对立，针对我国科研人员开展恶意审查、技术制裁，人才跨境流动不确定性大幅提升，对我国人才安全管控、风险防控体系提出更高要求。

六、我国建设世界重要人才中心和创新高地的对策建议

“十五五”时期是我国迈向 2035 年建成世界重要人才中心和创新高地的关键攻坚期。立足我国现阶段人才发展现状，要坚持党管人才、服务国家战略、突出问题导向、强化系统集成，以体制机制改革为重点、以高能级平台为载体、以顶尖人才为牵引、以开放创新生态为支撑，加快形成我国人才

竞争和科技创新比较优势，稳步建成全球人才集聚高地、创新策源高地、产业发展高地。

（一）优化国家战略空间布局，构建梯次联动、功能互补的人才和创新高地体系

1. 做强三大世界级人才创新核心极

持续强化北京、上海、粤港澳大湾区三大国际科技创新中心战略枢纽地位，将其打造为我国链接全球顶尖人才、开展原创性引领性科技攻关、集聚高端创新要素的核心承载区。北京应发挥国家战略科技力量、高水平大学、科研院所和重大科技基础设施集聚优势，着力打造原始创新策源地和战略科学家集聚地；突出中关村科学城、怀柔科学城、未来科学城、经济技术开发区联动发展，放宽科研机构人才编制、薪酬、岗位聘用自主权，试行顶尖人才“一事一议”特殊支持机制。上海应发挥国际化程度高、金融市场完善、跨国公司和外资研发机构集聚优势，着力提升全球创新资源配置能力；依托张江综合性国家科学中心，强化高端科学基础设施集群建设，打造全球科技人才流动枢纽、科技成果转化枢纽、国际科技合作枢纽，深化临港新片区人才政策先行先试，放宽境外职业资格认定、跨境资金收付、科研物资通关限制。粤港澳大湾区应依托企业创新活跃、产业转化效率高、开放基础良好等优势，打造科技成果转化高地和国际人才合作示范区；依托广深科技走廊，强化市场化、产业化创新优势，聚

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

焦集成电路、人工智能、新材料、生物医药等产业赛道，构建产业科学家、工程师、高技能人才集聚高地，深化粤港澳人才职业资格互认、社保互通、跨境执业，打造国际化、法治化、市场化人才发展示范区。

2. 培育区域性国家级人才创新增长极

依托成渝、武汉、西安、杭州、南京、合肥等科教资源富集城市，布局一批区域性科技创新中心与特色人才高地，形成“一域一特色、一城一赛道”差异化发展格局。避免各地在相同产业、相同人才类型和相同政策工具上低水平重复竞争，引导不同城市根据自身优势明确功能定位，在国家人才创新体系中找准坐标。完善区域人才协同机制，建立跨省市人才资质互认、科研资源共享、重大平台共建制度，破除省际人才流动壁垒，推动东部优质人才资源和创新资源向中西部有序梯度转移，缓解东部人才过度集聚、中西部顶尖人才流失问题。

（3）完善国家战略科技力量人才承载体系

优化国家实验室、重点实验室、重大科技基础设施、新型研发机构、高水平研究型大学、科技领军企业六大战略科技力量的人才布局。推动国家实验室实行完全自主的人才评聘、薪酬定级、团队组建等管理制度，赋予顶尖学术带头人团队组建、经费使用、研究方向选择自主权。支持全国重点实验室聚焦关键核心技术领域扩容提质，建立重大科研平台

人才定向培养、定向引进、定向储备机制。大力支持新型研发机构实行市场化运行、企业化管理、国际化用人模式，放宽编制、户籍、职称限制，打造灵活高效的高端人才集聚平台。强化科技领军企业人才主体地位，支持龙头企业牵头组建创新联合体，吸纳重点高校、科研院所科研人员双向流动，构建产学研一体化人才培养使用链条。

（二）深化人才发展体制机制改革，切实破除束缚人才创新制度壁垒

1. 一体推进教育科技人才发展

发挥北京、上海、粤港澳大湾区改革“试验田”作用，聚焦教育科技人才涉及的共性问题、关键事项，在三地重点区域、高校、科研院所、企业，采取“清单批量授权”方式，实施一批体现重点示范项目。支持三地在学科设置、人才引育、科研管理、成果转化等方面实施更加积极、更加开放、更加有效的政策，形成一批可复制可推广的改革成果，为全国提供示范借鉴。强化战略规划、政策措施、重大任务、资源配置等方面统筹，对新出台政策做好政策取向一致性评估，定期对政策落实情况进行评估，查找政策堵点、盲区和实施中的问题，及时优化调整。

2. 完善分层分类、科学精准的人才评价体系

坚决破除人才评价“四唯”惯性，全面推行以创新价值、能力、贡献为核心的差异化人才评价制度，建立基础研究、

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

应用研究、工程技术、产业转化、技能人才等不同类型人才评价标准。对基础研究人才，拉长评价周期，推行长周期稳定资助，以原创成果、学术影响力、理论突破作为核心评价依据，不唯论文数量、期刊分区；对应用研究人才，重点考核技术突破、技术改良、技术落地成效，弱化论文指标；对工程技术人才，以工程实践、重大项目参与、工艺优化、装备改良为评价导向；对产业转化人才，重点评价市场转化、经济效益、行业赋能能力；对技能人才，建立实操能力、工艺水平、疑难问题解决能力评价体系，畅通工匠职称晋升通道。全面清理地方、高校、科研机构不合理人才评价文件，建立评价负面清单，严禁一刀切、量化教条化考核。推行同行盲审、国际同行评议、第三方独立评估制度，提高人才评价客观性、专业性、国际化水平。

3. 全面深化科研经费管理改革

持续扩大科研经费包干制实施范围，对基础研究、青年科研项目、自主探索类项目全面实行经费包干，无需编制详细预算、无需逐项审批。优化经费结构，提高人员经费占比，将间接经费比例上限提高至60%以上，充分体现科研人才智力劳动价值。简化报销流程，全面推行无纸化报销、智能审核、免凭证报销，取消不必要的耗材审批、资产备案手续。建立科研经费容错免责机制，在合规前提下，因科研探索不确定性产生的合理经费偏差不予追责，减轻科研人员行政事

务负担。完善科研资产管理机制，简化科研仪器采购、调剂、报废流程，推动大型科研仪器向全社会开放共享，提高设备利用效率。

4. 健全市场化、多元化人才激励分配制度

持续扩大职务科技成果赋权改革试点范围，对高校、科研院所科研人员全面推行职务科技成果所有权、长期使用权分割确权，科研人员持股比例不低于50%。优化科技成果转化税收优惠政策，降低成果转化个人所得税负担，简化股权奖励备案流程。完善国有企业、科技企业股权激励制度，放开科创企业股权、期权、分红激励限制，允许科研骨干、核心技术人员以技术入股、知识产权入股方式参与收益分配。建立高层次人才特殊薪酬机制，对战略科学家、顶尖领军人才实行市场化协议薪酬，不受事业单位工资总额限制。完善人才荣誉激励体系，优化国家级人才项目评选机制，减少重复头衔、重复认定，构建简洁清晰、层级分明的人才荣誉体系。

5. 打通人才流动堵点卡点

深化户籍、档案、编制、社保联动改革，探索建立全国统一人才电子档案系统，实现跨地区、跨体制、跨所有制无障碍调转。放宽科研人员兼职、离岗创业限制，允许高校、科研院所科研人员到企业挂职、合作研发、兼职取酬。建立事业单位科研人员市场化流动通道，支持科研人员双向流动、

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

柔性聘用。完善人才社保衔接制度，实现跨省社保、医保、公积金无缝转移接续。畅通党政机关、科研院所、高校、企业人才交流渠道，推行科技干部常态化挂职、轮岗制度，提升复合型人才治理能力。

（三）统筹推进自主培养与全球引进，构建全链条人才培养体系

1. 筑牢人才自主培养根基，强化基础学科人才供给

强化基础学科战略地位和学科布局，扩容基础学科拔尖学生培养计划，扩大本硕博贯通培养规模。优化高校学科专业动态调整机制，淘汰低就业率、同质化严重的传统学科，新增集成电路、工业软件、量子科技、空天科技、深海装备、生物医药等紧缺专业。深化高等教育人才培养改革，推行科教融汇、产教融合育人模式，推动高校科研实验室、重大科研基础设施向本科生开放。加强理工科学生工程实践能力培养，在理工科学生培养过程中加入企业实训、工程项目、工艺实操。完善现代职业教育体系，建设高水平技师学院、工匠学院，推行校企双师共育、订单式培养，壮大高技能人才队伍，补齐我国高级技工短缺短板。

2. 把青年科技人才摆在国家人才优先发展位置

出台青年科技人才优先培养、优先资助、优先使用政策，国家级重大科研项目、重点研发计划明确青年人才配额，40岁以下青年科研人员担任课题负责人比例不低于50%。设立

青年科学家自主探索专项基金，不设硬性考核指标、不限制研究方向，鼓励自由探索、原始创新。完善博士后制度，扩大博士后招收规模，提高博士后资助标准，建设一批国家级博士后创新实践基地。优化青年人才住房、子女教育、医疗保障专项政策，在重点科创城市建设青年人才保障性公寓，实行低租金、免摇号入住制度。减少青年科研人员非学术事务负担，精简报表、会议、评审、汇报等行政工作，让青年科研人员潜心研究、长期攻关。

3. 精准实施海外高层次人才引进专项工程

优化海外人才引进顶层设计，建立国家层面紧缺人才目录动态更新机制，聚焦芯片、高端材料、航空发动机、生物医药、人工智能、深空深海等关键领域，定向引进全球顶尖科学家、资深工程师、创新团队。创新引才模式，推行团队式引才、项目式引才、柔性远程引才，允许外籍人才跨境兼职、远程合作、短期驻研。简化外籍人才来华签证、居留、工作许可办理流程，顶尖人才实行永久居留直通审批。完善国际人才生活服务体系，建设国际化社区、国际学校、国际医疗机构，解决外籍人才居住、教育、医疗、语言服务痛点。放宽国际人才外汇结算、薪酬兑换、跨境资金划转限制，打造对标全球一流城市的国际人才宜居环境。

4. 加强卓越工程师与高技能人才队伍建设

实施卓越工程师培育专项行动，面向先进制造、高端装

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

备、能源动力、轨道交通等行业，培育一批具备系统思维、工程能力、攻坚能力的复合型工程师。建立工程师校企联合培养平台，推行企业总工程师进校园、高校教授进车间双向交流制度。完善技能人才等级体系，打通初级工、中级工、高级工，技师、高级技师职称贯通通道，实现技能人才与专业技术人才职称互通互认。大力弘扬工匠精神，建设国家级技能大师工作室、工匠创新工坊，支持高技能人才开展工艺改良、技术攻关、技术传承。提高高技能人才薪资待遇、社会地位、荣誉保障，破除重学历、轻技能的社会偏见。

（四）优化创新创业生态，打造宜居宜研宜业人才发展环境

1. 构建产学研深度融合创新体系

强化企业科技创新主体地位，支持行业龙头企业牵头组建创新联合体，整合高校、科研院所、产业链上下游资源，开展共性技术、关键技术、前沿技术联合攻关。建立科研成果转化分级激励机制，设立国家级技术转移中心，强化专业化技术经纪人队伍，简化成果转化、专利转让、技术入股、成果备案流程。完善知识产权保护体系，加大侵权惩罚力度，强化司法保护、行政保护协同发力。搭建产学研合作对接平台，常态化举办科技成果交易会、产业对接会、技术博览会等，打通基础研究、应用研究、产业化落地的断点堵点，将科研优势转化为产业优势。

2. 完善全生命周期创新创业金融支撑体系

构建天使投资、风险投资、产业基金、银行信贷、科技保险多层次科创金融体系。加大政府引导基金投入力度，重点扶持种子期、初创期科技型中小企业。鼓励国有资本、社会资本联合设立科创投资基金，聚焦硬科技、深科技领域长期投资。优化科技信贷政策，推行知识产权质押、股权质押、订单质押无抵押贷款模式。完善科技保险体系，推出科研设备险、研发责任险、成果转化险，降低科研创新试错成本。规范资本市场科创板块发展，畅通科技企业上市融资、股权转让、并购退出渠道，形成“研发—转化—融资—商业化”的良性循环。

3. 营造包容自由、尊重创新、宽容失败的文化生态

大力弘扬科学家精神、教育家精神、企业家精神、工匠精神，营造鼓励探索、宽容失败、尊重知识、尊重人才的社会文化氛围。减少不必要的行政干预、形式化考核、过度量化管控，给予科研人员充分的学术自由、研究自主权。加强科研诚信体系建设，完善学术不端惩戒、追溯、公示制度，建立科研信用黑名单，强化科研伦理监管，守住科研安全底线。加强科普体系建设，提升全民科学素养，营造崇尚科学、尊重人才、重视创新的社会风尚。

4. 完善高品质、普惠化人才公共服务保障体系

建立国家、省、市三级人才服务综合平台，实行人才业

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

务一站式办理、一窗通办、跨省通办。优化人才安居政策，扩大人才住房供给。完善人才子女教育保障，加大优质教育资源供给，增设国际学校、双语学校等涉外教育机构。加大医疗资源供给，满足不同类别、不同层次人才的医疗需求。完善交通、文体、休闲等配套设施，打造生态优美、交通便捷、服务完善的科创人才工作生活圈。

（五）稳步扩大高水平人才与科技对外开放，统筹开放合作与人才安全

1. 主动融入全球创新网络，深化国际科技合作

坚持高水平对外开放，主动布局全球科研合作网络，积极发起、牵头国际大科学计划和大科学工程，在气候变化、生物医药、深空探测、清洁能源、人工智能治理等领域主导国际科研合作。有序向全球开放我国重大科技基础设施，吸引全球科研团队联合开展前沿研究。支持国内科研机构、高校在海外设立联合实验室、科研合作站点，鼓励我国科研人员深度参与国际学术组织、标准制定机构，提升国际科技话语权、规则制定权。优化国际学术交流审批流程，放宽科研人员因公出国、跨境学术交流限制。

2. 建设国际化、法治化、便利化人才营商环境

推进公共服务国际化，完善外文政务服务平台、涉外医疗、国际教育、跨境金融服务体系。建立国际职业资格互认清单制度，放宽境外医师、工程师、设计师、会计师等专业

人才来华执业限制。优化跨境人才流动管理制度，简化高层次人才出入境审批流程，实行多次往返、长期居留便利政策。打造法治化涉外营商环境，完善涉外知识产权法律体系、跨境商事仲裁制度等，保障在华外籍人才合法权益。

3. 筑牢国家人才安全防线，构建安全可控人才发展体系

统筹发展与安全，建立关键领域人才安全预警、风险研判、应急管控机制。对集成电路、人工智能、军工装备、高端材料等敏感领域，建立人才清单管理制度，完善涉密人才流动审查、出境管控、竞业限制等制度。强化核心人才留存保障，完善顶尖人才特殊保护政策，提高关键核心领域人才薪酬待遇、科研条件、生活保障水平。加强海外引进人才安全审查，优化背景审核、风险评估流程，防范技术窃密、学术渗透、人才流失风险。强化人才思想政治引领，完善高层次人才国情研修、思想培训、党性教育制度，引导广大科技人才胸怀国之大者、坚守家国情怀、恪守科研底线、服务国家战略、担当时代重任。

（六）强化组织保障与监测评估，压实国家战略落实责任

1. 加强党对人才工作的全面领导

坚持党管人才原则，完善中央统一领导、部门协同、地方落实、社会参与的人才工作治理格局。各级党委建立人才工作专项议事制度，将人才工作成效纳入党政领导班子考核

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

内容，压紧压实工作责任。强化组织部门统筹协调职能，打通发改、科技、教育、人社、财政、工信等各部门工作壁垒，充分调动各方面工作主动性和积极性，实现规划衔接、政策协同、资源统筹、评价联动。

2. 加大人才财政支持力度

建立稳定增长的人才财政投入机制，确保研发经费、人才专项投入增速高于财政收入增速。优化财政资金使用结构，重点投向基础研究、青年人才、重大科技平台、关键核心领域紧缺人才培养。鼓励社会资本、企业资本加大人才和创新投入，构建政府引导、企业主体、社会补充的多元化资金投入格局。

3. 建立动态监测评估与优化机制

构建全国人才发展大数据监测平台，对人才规模、结构、质量、流动、产出进行动态跟踪监测。建立政策第三方评估机制，定期开展政策绩效评价、问题排查、优化迭代。建立政策动态调整机制，及时研究解决改革落实中出现的新情况新问题，确保各项人才改革举措落地见效、赋能高质量发展。

参考文献

第一章

习近平. (2021). 深入实施新时代人才强国战略 加快建设世界重要人才中心和创新高地. 求是, (24).

国家发展和改革委员会. (2026). 中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要. https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzzlgh/gjfzgh/202603/U020260317369114704096.pdf.

World Intellectual Property Organization. (2025). Global innovation index 2025: Innovation at a crossroads. https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2025/en/index.html.

Yin, R. K. (2014). Case study research: Design and methods (5th ed.). SAGE Publications.

Yuasa, M. (1962). Center of scientific activity: Its shift from the 16th to the 20th century. Japanese Studies in the History of Science, 1(1), 57–75.

赵红州. (1984). 科学能力学引论. 科学出版社.

第二章

Amable, B. (2003). The diversity of modern capitalism. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/019926113X.001.0001.

Ben-David, J. (1968). The universities and the growth of science in Germany and the United States. Minerva, 7(1–2), 1–35. https://doi.org/10.1007/BF01096806.

Ben-David, J. (1971). The scientist's role in society: A comparative study. Prentice-Hall.

Ben-David, J. (1977). Centers of learning: Britain, France, Germany, United States. McGraw-Hill.

Bernal, J. D. (1954). Science in history. Watts & Co.

Chou, M.-H., Erkkilä, T., & Mölsä, J. (2024). Crafting innovation hubs: Future cities and global challenges. The British Journal of Politics and International Relations, 26(3), 694–717. https://doi.org/10.1177/13691481231191921.

Coccia, M. (2018). Socioeconomic driving forces of scientific research. Coccia Lab Working Paper No. 35/bis. arXiv. https://arxiv.org/abs/1806.05028.

Edquist, C. (2005). Systems of innovation: Perspectives and challenges. In J. Fagerberg, D. C. Mowery, & R. R. Nelson (Eds.), The Oxford handbook of innovation (pp. 181–208). Oxford University Press.

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

Freeman, C. (1987). Technology policy and economic performance: Lessons fro m Japan. Pinter Publishers.
Gascoigne, R. M. (1992). The historical demography of the scientific communi ty, 1450–1900. Social Studies of Science, 22(3), 545–573. https://doi.org/1 0.1177/0306312792022003005.
Geiger, R. L. (1986). To advance knowledge: The growth of American researc h universities, 1900–1940. Oxford University Press.
Hall, P. A., & Soskice, D. (Eds.). (2001). Varieties of capitalism: The institutio nal foundations of comparative advantage. Oxford University Press. https:// doi.org/10.1093/0199247757.001.0001.
Hillner, J. (2000, July 1). Venture capitals. Wired. https://www.wired.com/2000/ 07/silicon-2/.
Jacobs, J. (1969). The economy of cities. Random House.
Johnson, C. (1982). MITI and the Japanese miracle: The growth of industrial policy, 1925–1975. Stanford University Press.
Knight, J. (2014). Understanding education hubs within the context of crossbor der education. In J. Knight (Ed.), International education hubs: Student, tal ent, knowledge-innovation models (pp. 13–27). Springer.
Kuhn, T. S. (1962). The structure of scientific revolutions. University of Chica go Press.
Lightman, B. (Ed.). (2016). A companion to the history of science. Wiley Blac kwell.
Livingstone, D. N. (1995). The spaces of knowledge: Contributions towards a historical geography of science. Environment and Planning D: Society and Space, 13(1), 5–34. https://doi.org/10.1068/d130005.
Livingstone, D. N. (2003). Putting science in its place: Geographies of scientifi c knowledge. University of Chicago Press.
Livingstone, D. N. (2005). Science, text and space: Thoughts on the geography of reading. Transactions of the Institute of British Geographers, 30(4), 39 1–401. https://doi.org/10.1111/j.1475-5661.2005.00179.x.
Livingstone, D. N., & Withers, C. W. J. (Eds.). (2011). Geographies of ninetee nth-century science. University of Chicago Press. https://doi.org/10.7208/chi cago/9780226487298.001.0001.
Lundvall, B.-Å. (Ed.). (1992). National systems of innovation: Towards a theor y of innovation and interactive learning. Pinter Publishers.
Merton, R. K. (1942). Science and technology in a democratic order. Journal o f Legal and Political Sociology, 1, 115–126.
Nakayama, S. (1991). The shifting centres of science. Interdisciplinary Science Reviews, 16(1), 82–88. https://doi.org/10.1179/isr.1991.16.1.82.
Naylor, S. (2005). Historical geography: Knowledge, in place and on the move. Progress in Human Geography, 29(5), 626–634. https://doi.org/10.1191/030

9132505ph572pr.
Perez, C. (2002). Technological revolutions and financial capital: The dynamics of bubbles and golden ages. Edward Elgar.
Perez, C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. Cambridge Journal of Economics, 34(1), 185–202. https://doi.org/10.1093/cje/bep051.
Rodríguez-Navarro, A., & Brito, R. (2022). The link between countries' economic and scientific wealth has a complex dependence on technological activity and research policy. Scientometrics, 127, 2871–2896. https://doi.org/10.1007/s11192-022-04313-w.
Saxenian, A. (2005). From brain drain to brain circulation: Transnational communities and regional upgrading in India and China. Studies in Comparative International Development, 40, 35–61. https://doi.org/10.1007/BF02686293.
Schumpeter, J. A. (1934). The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle. Harvard University Press.
Schumpeter, J. A. (1942). Capitalism, socialism and democracy. Harper & Brothers.
Secord, J. A. (2004). Knowledge in transit. Isis, 95(4), 654–672. https://doi.org/10.1086/430657.
Taylor, P. J., Hoyler, M., & Evans, D. M. (2008). A geohistorical study of "the rise of modern science": Mapping scientific practice through urban networks, 1500–1900. Minerva, 46, 391–410. https://doi.org/10.1007/s11024-008-9109-3.
United Nations Development Programme. (2001). Human development report 2001: Making new technologies work for human development. Oxford University Press.
Wallerstein, I. (1974). The modern world-system I: Capitalist agriculture and the origins of the European world-economy in the sixteenth century. Academic Press.
Wallerstein, I. (1999). The end of the world as we know it: Social science for the twenty-first century. University of Minnesota Press.
Wallerstein, I. (2004a). World-systems analysis: An introduction. Duke University Press.
Wallerstein, I. (2004b). The uncertainties of knowledge. Temple University Press.
Youtie, J., & Shapira, P. (2008). Building an innovation hub: A case study of the transformation of university roles in regional technological and economic development. Research Policy, 37(8), 1188–1204. https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.04.012.
Yuasa, M. (1962). Center of scientific activity: Its shift from the 16th to the 2

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

0th century. Japanese Studies in the History of Science, 1, 57–75.
Zhao, H., & Jiang, G. (1985). Shifting of world's scientific center and scientist s' social ages. Scientometrics, 8, 59–80. https://doi.org/10.1007/BF02025221.
陈文化, 李后卿 & 匡亚平.(1996).科学、技术、经济互动关系模式及其演变的探讨.长沙电力学院学报(自然科学版),(02),52-57.
冯烨 & 梁立明.(2000a).世界科学中心转移的时空特征及学科层次析因(上).科学学与科学技术管理,(05),4-8.
冯烨 & 梁立明.(2000b).世界科学中心转移的时空特征及学科层次析因(下).科学学与科学技术管理,(06),10-11.
何丽君.(2022).中国建设世界重要人才中心和创新高地的路径选择.上海交通大学学报(哲学社会科学版),30(04),33-42.https://doi.org/10.13806/j.cnki.issn1008-7095.2022.04.004.
姜春林,周磊 & 唐悦.(2010).科学活动中心转移现象的再测度和新解读——基于利萨·罗斯纳科学年表的数据.科学学研究,28(04),500-507.https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.2010.04.017.
姜国钧.(1999).论教育中心转移与科技中心转移的关系.科学技术与辩证法,(01),43-46+54.
李立国.(2024).教育、科技、人才一体化背景下高教人才培养改革逻辑与路径.国家教育行政学院学报,(01),3-10.
刘则渊 & 王海山.(1981).近代世界哲学高潮和科学中心关系的历史考察.科研管理,(01),9-23.https://doi.org/10.19571/j.cnki.1000-2995.1981.01.003.
潘教峰,刘益东,陈光华 & 张秋菊.(2019).世界科技中心转移的钻石模型——基于经济繁荣、思想解放、教育兴盛、政府支持、科技革命的历史分析与前瞻.中国科学院院刊,34(01),10-21.https://doi.org/10.16418/j.issn.1000-3045.2019.01.003.
王国成.(2009). 近代世界科学中心转移的文化背景分析(硕士学位论文,陕西师范大学).硕士 https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=wdP5rvnYoIzSPbD9t3MdG60CBp-bMR99Cp9EutJ20s2N3LCIw80wDoEYxh2hryQmuMYaqgz5GXQb33yslfrUnQiYUNPRN40UmjRxVzpgh-uRdNpSSvdIG0nuIGlwbTyXl4jruXVliBT_dcIEMaxsBjJpGlYomQSy2yItjcnM1Ol_YJkYYJe0zQ==&uniplatform=NZKPT&language=CHS
王思懿.(2024). 中国如何建设世界重要人才中心和创新高地. 重庆高教研究, 12(2), 14–24. https://doi.org/10.15998/j.cnki.issn1673-8012.2024.02.002
王通讯.(2021). 加快建设世界重要人才中心. 中国组织人事报.
王晓文 & 王树恩.(2007). "三大中心"转移与"汤浅现象"的终结.科学管理研究,(04),36-38.https://doi.org/10.19445/j.cnki.15-1103/g3.2007.04.010.
萧鸣政, 应验 & 张满.(2022). 人才高地建设的标准与路径——基于概念、特征、结构与要素的分析.中国行政管理,(05),50-56.https://doi.org/10.19735/j.issn.1006-0863.2022.05.06.
徐芳.(2022). 世界重要人才中心和创新高地建设与科技人才创新生态系统构建. 中国科技人才,(06),3-5.

杨佳乐.(2023). 高等教育对建设世界人才中心与创新高地的贡献——基于全球 38 个国家数据的实证研究.中国高教研究,(11),39-46.https://doi.org/10.16298/j.cnki.1004-3667.2023.11.06.
张云龙 & 马淑欣.(2022). 论科技发展与人文精神的内在勾连——基于世界科学中心转移的视角.自然辩证法研究,38(02),86-92.https://doi.org/10.19484/j.cnki.1000-8934.2022.02.011.
赵红州. (1984). 科学能力学引论. 科学出版社.
赵兴太 & 王国领. (2014). “科技与社会”视角下的诺贝尔自然科学奖研究. 郑州大学出版社.

第三章

Biagioli, M. (1989). The social status of Italian mathematicians, 1450–1600. History of Science, 27(1), 41–95. https://doi.org/10.1177/007327538902700102.
Hessen, B. (2009). The social and economic roots of Newton’s Principia. In G. Freudenthal & P. McLaughlin (Eds.), The social and economic roots of the scientific revolution: Texts by Boris Hessen and Henryk Grossmann (pp. 41–101). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9604-4_2.
Nethersole, S. (2019). Art of Renaissance Florence: A city and its legacy. Laurence King Publishing.
Paoletti, C. (2008). A military history of Italy. Praeger Security International.
Smelser, N. J., & Baltes, P. B. (Eds.). (2001). International encyclopedia of the social & behavioral sciences. Elsevier.
Valleriani, M. (2010). Galileo engineer. Springer.
陈光耀,杨绍琼 & 姜楠.(2019).达·芬奇与流体力学.力学与实践,41(05),634-639.

第四章

Bairoch, P. (1988). Cities and economic development: From the dawn of history to the present. University of Chicago Press.
Bennett, H. S. (1969). Life on the English manor. Cambridge University Press.
Catto, J. I., & Evans, R. (Eds.). (2004). Late medieval Oxford (T. H. Aston, General Ed.; Vol. 2 of The History of the University of Oxford). Clarendon Press.
Jewell, H. M. (1998). Education in early modern England. Palgrave Macmillan.
Johnson, P. (2017). Privatised law reform: A history of patent law through private legislation, 1620–1907. Routledge.
刘景华.(2010).外来移民和外国商人:英国崛起的外来因素.历史研究,(01),138-159+192.
李远本.(2006).16、17 世纪英国教育的双轨模式.教学研究,(04),293-295+300.
Merton, R. K. (1970). Science, technology and society in seventeenth-century England.

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

Howard Fertig. (Original work published 1938)
O'Day, R. (1982). Education and society, 1500–1800: The social foundations of education in early modern Britain. Longman.
Stone, L. (1964). The educational revolution in England, 1560–1640. Past & Present, 28, 41–80. https://doi.org/10.1093/past/28.1.41
Stone, L. (1965). The crisis of the aristocracy, 1558–1641. Clarendon Press.
Stone, L. (Ed.). (1975). The university in society: Vol. 1. Oxford and Cambridge from the 14th to the early 19th century. Princeton University Press.
Wood, E. M. (2002). The origin of capitalism: A longer view. Verso.
廖廷弼.(2007).英国近代崛起的先导性实践.中共南宁市委党校学报,(06),18-20.
刘益东,高璐&李斌.(2020).科技革命与英国现代化.山东教育出版社.
谢天冰.(1998).试论英国教育体制的近代化.福建师范大学学报(哲学社会科学版),(01),102-108.

第五章

Chartier, R. (1991). The cultural origins of the French Revolution (L. G. Cochrane, Trans.). Duke University Press.
Crosland, M., & Gálvez, A. (1989). The emergence of research grants within the prize system of the French Academy of Sciences, 1795–1914. Social Studies of Science, 19(1), 71–100. https://doi.org/10.1177/030631289019001002.
Darnton, R. (1996). The forbidden best-sellers of pre-revolutionary France. W. W. Norton.
Dolza, L., & Hilaire-Pérez, L. (2002). Inventions and privileges in the eighteenth century: Norms and practices. A comparison between France and Piedmont. History of Technology, 24, 21–44. https://doi.org/10.5040/9781350019010.0009
Gillispie, C. C. (1980). Science and polity in France at the end of the Old Regime. Princeton University Press.
Harris, J. R. (1998). Industrial espionage and technology transfer: Britain and France in the eighteenth century. Ashgate.
Hilaire-Pérez, L. (2000). L'invention technique au siècle des Lumières. Albin Michel.
Langins, J. (1990). The Ecole Polytechnique and the French Revolution: Merit, militarization, and mathematics. Llull, 13, 91–105.
McClellan, J. E., III. (1985). Science reorganized: Scientific societies in the eighteenth century. Columbia University Press.
Nuvolari, A., Tortorici, G., & Vasta, M. (2023). British-French technology transfer from the Revolution to Louis Philippe (1791–1844): Evidence from patent data. The Journal of Economic History, 83(3), 833–873. https://doi.org/10.1017/S0022050723000232
Rüegg, W. (Ed.). (2004). A history of the university in Europe: Vol. 3. Universities in the nineteenth and early twentieth centuries (1800–1945). Cambridge University

Press.
Benedict, P. (1990). Was the eighteenth century an era of urbanization in France? Journal of Interdisciplinary History, 21(2), 179–215.
Dupâquier, J. (Ed.). (1988). Histoire de la population française: Vol. 2. De la Renaissance à 1789. Presses Universitaires de France.
McKay, J. P., Hill, B. D., & Buckler, J. (2003). A history of Western society (7th ed.). Houghton Mifflin.
冯典.(2015).大学、科学与政府:近代法国大学模式的形成、特征与评价.高等教育研究,36(10),103-109.
姜曼 & 周朴.(2019).法国大学校如何成为世界一流——巴黎综合理工学院办学特色与启示.高等教育研究学报,42(3),60-66.
康波.(2009).18 世纪的英法贸易竞争与 1786 年英法协定——重商主义的演进与嬗变.学术交流,(8),107-110.
卢少鹏&杨芳.(2011).共存与对抗——18 世纪法国社会转型特征.社会科学家,(7),52-55+64.
乔纳森·德瓦尔德.(2008).欧洲贵族：1400-1800.商务印书馆.
让·皮埃尔里乌.(2006).法国文化史.华东师范大学出版社.
王绍超.(2024).18 世纪的法国：迎来法兰西科学时代.中国人才,(7),79-81.
王骁勇.(1992).拿破仑与法国自然科学的发展.大自然探索,(3),126-131.
威尔·杜兰.(1999).卢梭与大革命.东方出版社.
威廉·多伊尔(2009). 法国大革命的起源. 上海人民出版社.
姚大志&孙承晟.(2020).科技革命与法国现代化.山东教育出版社.
约翰·巴克勒.(2005).西方社会史(第二卷).广西师范大 学出版社.
张世均.(1996).论拿破仑的科技观人才观与教育思想.重庆教育学院学报,(2),60-64.
赵万里.(2000).从荣誉奖金到研究资助——探析法国科学院奖助系统的形式.自然辩证法研究,(3),61-66.

第六章

Beiser, F. C. (2002). German idealism: The struggle against subjectivism, 1781–1801. Harvard University Press.
Pinkard, T. (2002). German philosophy 1760–1860: The legacy of idealism. Cambridge University Press.
曹英&赵士国.(2001).论德意志关税同盟在德国工业化中的作用.湖南师范大学社会科学学报,(2),121-125.
曾淼&李乾德.(2017).铁路与十九世纪德国统一:基于国家利用技术的视角.西南交通大学学报(社会科学版),18(3),1-7.
方在庆,朱崇开,孙烈,崔家岭,朱慧涓&黄佳.(2020).科技革命与德国现代化.山东教育出版社.
高芳&王艺颖.(2025).德国科学的发展及对我国的启示.科技管理研究,45(14),20-27.

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

胡天阳.(2012). 19 世纪初洪堡的教育改革与德国现代化. 青春岁月, (04), 204.
景德祥.(2019).19 世纪德国的 “阅读革命”. 光明日报,2019-4-22(14).
李世军.(1994).开创德国哲学革命的主要理论武器——康德对莱布尼茨和伏尔夫思辩理性超脱感性经验的批判.榆林高等专科学校学报,(Z1),24-25.
林文元.(1993).联邦德国专利制度概况.国际科技交流,(12),32-33.
王晨.(2016).重估裴斯泰洛齐教学法及其价值. 中国人民大学教育学刊, (01), 173-180.
王英.(2005).康德星云假说的哲学意蕴.广西社会科学,(9),39-40+60.
卫才胜.(2003).从科研组织的变革看 19 世纪德国科技中心的形成.沙洋师范高等专科学校学报,(2),68-70.
谢志恒.(2007).浅论德国以铁路为先导开启工业化的历史特殊性.浙江万里学院学报,(5),113-116.
邢来顺.(2001).论普鲁士统一德国的经济前提. 高等函授学报(哲学社会科学版), (01), 39-42.
邢亮.(2008).李斯特经济思想与德国工业化.内蒙古农业大学学报(社会科学版),(3),285-286.
张东辉.(2011).论费希特《对德意志民族的演讲》中的教育思想. 湖南科技大学学报(社会科学版), 14 (04), 153-157.
赵琼.(2007). 19 世纪德国高等教育改革对科技发展的影响. 现代商贸工业, (07), 168-169.
周敏. (2018). 教育视域下近代德国的崛起. 北京城市学院学报, (04), 70-72.

第七章

Acemoglu, D., & Robinson, J. A. (2012). Why nations fail: The origins of power, prosperity, and poverty. Crown Business.
American Competitiveness Initiative. (2006). American Competitiveness Initiative: Leading the world in innovation. The White House. https://georgewbush-whitehouse.archives.gov/americancompetitiveness/.
America COMPETES Act, Pub. L. No. 110-69, 121 Stat. 572. (2007). https://www.govinfo.gov/link/plaw/110/public/69.
American Association of University Professors. (1940). 1940 statement of principles on academic freedom and tenure. AAUP.
Buck, S. (2023, November 28). Do we fund new research or not? Good Science Project. https://goodscience.substack.com/p/do-we-fund-new-research-or-not
Bush, V. (1945). Science, the endless frontier: A report to the President. United States Government Printing Office.
Dewey, J. (1916). Democracy and education: An introduction to the philosophy of education. Macmillan.
Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1995). The Triple Helix: University-industry-government relations: A laboratory for knowledge-based economic development.

EASST Review, 14(1), 14–19.
Fechter, A. E., & Gaddy, C. D. (1998). Trends in doctoral education and employment. In J. C. Smart (Ed.), Higher education: Handbook of theory and research (Vol. 13, pp. 353–377). Agathon Press.
Flexner, A. (1939). The usefulness of useless knowledge. Harper's Magazine, 179, 544–552.
Hayek, F. A. (1945). The use of knowledge in society. American Economic Review, 35(4), 519–530.
Jefferson, T. (1905). The writings of Thomas Jefferson (A. A. Lipscomb & A. E. Bergh, Eds.; 20 vols.). Thomas Jefferson Memorial Association.
Keynes, J. M. (1936). The general theory of employment, interest and money. Macmillan.
Lowe, C. U. (1982). The Triple Helix—NIH, industry, and the academic world. The Yale Journal of Biology and Medicine, 55(3–4), 239–246.
Mees, C. E. K. (1950). The path of science. John Wiley & Sons.
Mowery, D. C., & Rosenberg, N. (1993). The U.S. national innovation system. In R. R. Nelson (Ed.), National innovation systems: A comparative analysis (pp. 29–75). Oxford University Press.
聂新伟.(2023).大国强国"双循环"格局构建的历史演变与经验启示——基于日本、美国、苏联和俄罗斯的研究观察.财经智库,8(06),83-118+142-143.https://doi.org/10.20032/j.cnki.cn10-1359/f.2023.06.007.
Peirce, C. S. (1878). How to make our ideas clear. Popular Science Monthly, 12, 286–302.
Rosenberg, N. (1982). Inside the black box: Technology and economics. Cambridge University Press.
Rosenberg, N., & Nelson, R. R. (1994). American universities and technical advance in industry. Research Policy, 23(3), 323–348. https://doi.org/10.1016/0048-7333(94)90042-6
Rowland, H. A. (1883). A plea for pure science. Science, 2(29), 242–250. https://doi.org/10.1126/science.ns-2.29.242
Saxenian, A. (1994). Regional advantage: Culture and competition in Silicon Valley and Route 128. Harvard University Press.
Schumpeter, J. A. (1934). The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle. Harvard University Press.
Thibadeau, R. (2004). Thomas Jefferson and intellectual property including copyrights and patents. Saturday Afternoon Adventures on the Internet.
Turner, F. J. (1893). The significance of the frontier in American history. American Historical Association.
邓超.(2012).进步主义改革对美国社会主义运动的影响.当代世界与社会主义,(01),74-78.https://doi.org/10.16502/j.cnki.11-3404/d.2012.01.036.
胡国成. (1995). 塑造美国现代经济制度之路. 中国社会科学出版社.

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

黄涛,黄德菲 & 樊艳萍.(2024). 20 世纪的美国：引领世界科学技术发展的潮流.中国人才,(11),80-82.
樊春良.(2024).美国成为世界科学中心的历程及启示——基于科学社会学的视角.国家治理,(10),43-51.https://doi.org/10.16619/j.cnki.cn10-1264/d.2024.10.006.
王恩铭.(1995).当代美国的妇女运动.美国研究,(03),31-47+4.
孙益 & 武美红.(2017).如何用科学的手段来管理学校?——19 世纪末 20 世纪初管理进步主义影响下的美国学校教育变革.教育科学研究,(06),85-90.
孙传忠.(2009).美国引进人才的举措及其启示.中国石油大学学报(社会科学版),25(04),14-16.

第八章

Babbage, C. (1830). Reflections on the decline of science in England, and on some of its causes. B. Fellowes.
Frenken, K., Van Oort, F., & Verburg, T. (2007). Related variety, unrelated variety and regional economic growth. Regional Studies, 41(5), 685–697. https://doi.org/10.1080/00343400601120296.
National Science Board. (2022). The state of U.S. science and engineering 2022 (NSB-2022-1). National Science Foundation. https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20221.
曹晓阳,苗红波,刘安蓉,彭现科&李莉.(2021).从世界科学中心转移看中美科技之争.科技中国,(12),15-19.
褚建勋,王晨阳&王喆.(2023).国家有组织科研：迎接世界三大中心转移的中国创新生态系统探讨.中国科学院院刊,38(05),708-718.https://doi.org/10.16418/j.issn.1000-3045.20230412002.
科技部.(2016).纪录片《创新之路》第六集《政府之责》:《拜杜法案》究竟是什么？[视频]. https://www.most.gov.cn/kjbgz/201606/t20160606_125991.html.

第九章

McKinsey & Company. (2023). How businesses can close China’s AI talent gap. https://www.mckinsey.com.cn/wp-content/uploads/2023/08/How-businesses-can-close-Chinas-AI-talent-gap-v4-digital7.24.pdf
国家统计局. (2026). 中华人民共和国 2025 年国民经济和社会发展统计公报. https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202602/t20260228_1962662.html
国家统计局, 科学技术部, & 财政部. (2025). 2024 年全国科技经费投入统计公报. https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202509/t20250929_1961429.html
教育部.(2025).2024 年全国教育事业发展统计公报. https://www.cee.edu.cn/n171/n459/n472/c804898/content.html
教育部, 人力资源社会保障部, & 工业和信息化部. (2016). 教育部 人力资源社会保障部 工业和信息化部关于印发《制造业人才发展规划指南》的通知（教

职成〔2016〕9 号）.
World Intellectual Property Organization. (2025). 2025 年全球创新指数世界百强创新集群排名. https://www.wipo.int/documents/d/global-innovation-index/docs-zh-2025-gii-2025-clusters-top100-ranking.pdf
Clarivate. (2025). Highly cited researchers 2025. https://clarivate.com/zh/news/clarivate-announces-highly-cited-researchers-2025-list/
中国科学技术信息研究所. (2025). 中国科技论文统计报告 2025.
国务院新闻办公室. (2025). 国务院新闻办举行新闻发布会介绍 2025 中关村论坛年会有关情况. https://www.scio.gov.cn/live/2025/35544/qwxz/202503/P020250321369441945646.pdf
智联招聘, & 泽平宏观. (2025). 中国城市人才吸引力排名：2025.
北京市人力资源研究中心 & 北京人才发展战略研究院. (2024). 北京人才发展报告（2024）.
中国互联网络信息中心. (2025). 第 55 次中国互联网络发展状况统计报告. https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202501191642341023_1.pdf
中国重庆人力资源服务产业发展研究院, 中国重庆数字经济人才市场管委会, & 中国长江经济带发展研究院. (2025). 中国数字经济人才发展报告（2025）.
邱海峰. (2024). 每年超 500 万 STEM 毕业生，全球领先！ 人民日报海外版, 第 01 版. https://paper.people.com.cn/rmrb/pc/content/202602/26/content_30142226.html.
谷业凯. (2026). 我国发明专利申请量连续多年全球居首. 人民日报. https://paper.people.com.cn/rmrb/pc/content/202602/26/content_30142226.html.
尹双红. (2025). 丰富人才资源，厚植发展优势：推动“十五五”时期经济社会发展向新而行⑤. 人民日报, 第 05 版. https://paper.people.com.cn/rmrb/pc/content/202511/20/content_30115924.html.
新华社. (2025). 李强签署国务院令 公布《国务院关于修改〈中华人民共和国外国人入境出境管理条例〉的决定》. https://www.news.cn/politics/leaders/20250814/cc913888954d4a62b7dd42374001509d/c.html
张洋, 张璁, & 郑海鸥. (2025). 培育创新文化 绘就新时代万千气象. 《人民日报》, 06 版. https://paper.people.com.cn/rmrb/pc/content/202503/02/content_30059639.html
新华社. (2025). 全球瞭望丨美媒：中国“工程师红利”正获得巨大回报. https://www.news.cn/world/20250326/46bca116989c4710954e99975cca4ba5/c.html
王观. (2026). “十四五”时期装备制造业销售收入年均增 9.1%：增速持续高于制造业平均水平. 人民日报, 第 03 版. https://paper.people.com.cn/rmrb/pc/content/202601/30/content_30136865.html.
广东财经大学中国数据研究院. (2025). 粤港澳大湾区经济发展报告（2025）. 社会科学文献出版社.
孟凌霄.(2025).《中国科技论文统计报告 2025》发布,中国科学报,001.

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net